

UNIVERSIDADE FEDERAL DE MINAS GERAIS
Escola de Engenharia
Programa de Pós-Graduação em Saneamento, Meio Ambiente e Recursos Hídricos

Jomara Gonçalves Nogueira

**ANÁLISE DO FLUXO REVERSO DE VEÍCULOS EM FIM DE VIDA NO ESTADO DE
MINAS GERAIS**

Belo Horizonte
2023

Jomara Gonçalves Nogueira

**ANÁLISE DO FLUXO REVERSO DE VEÍCULOS EM FIM DE VIDA NO ESTADO DE
MINAS GERAIS**

Dissertação apresentada ao Programa de Pós-Graduação em Saneamento, Meio Ambiente e Recursos Hídricos da Universidade Federal de Minas Gerais, como requisito parcial à obtenção do título de Mestre em Saneamento, Meio Ambiente e Recursos Hídricos.

Área de concentração: Saneamento

Linha de pesquisa: Gerenciamento de Resíduos Sólidos

Orientadora: Liséte Celina Lange

Belo Horizonte
2023

N778a

Nogueira, Jomara Gonçalves.

Análise do fluxo reverso de veículos em fim de vida no Estado de Minas Gerais [recurso eletrônico] / Jomara Gonçalves Nogueira. – 2023.

1 recurso online (194 f. : il., color.) : pdf.

Orientadora: Liséte Celina Lange.

Dissertação (mestrado) - Universidade Federal de Minas Gerais, Escola de Engenharia.

Apêndices: f. 180-194.

Bibliografia: f. 157-179.

Exigências do sistema: Adobe Acrobat Reader.

1. Engenharia sanitária - Teses. 2. Saneamento - Teses. 3. Engenharia reversa - Teses. 4. Resíduos sólidos - Reaproveitamento - Teses. 5. Veículos - Teses. I. Lange, Liséte Celina. II. Universidade Federal de Minas Gerais. Escola de Engenharia. III. Título.

CDU: 628(043)



UNIVERSIDADE FEDERAL DE MINAS GERAIS
[ESCOLA DE ENGENHARIA]
CURSO DE PÓS-GRADUAÇÃO EM [SANEAMENTO, MEIO AMBIENTE E RECURSOS HÍDRICOS]

ATA DA DEFESA DE DISSERTAÇÃO DE **JOMARA GONÇALVES NOGUEIRA**
NÚMERO DE REGISTRO: **738**

Às 14:00 horas do dia 16 de maio de 2023, reuniu-se na Escola de Engenharia da UFMG a Comissão Examinadora de DISSERTAÇÃO DE MESTRADO, indicada pelo Colegiado do PROGRAMA DE PÓS-GRADUAÇÃO EM SANEAMENTO, MEIO AMBIENTE E RECURSOS HÍDRICOS, para julgar, em exame final, o trabalho final intitulado:

"ANÁLISE DO FLUXO REVERSO DE VEÍCULOS EM FIM DE VIDA NO ESTADO DE MINAS GERAIS"

requisito parcial para a obtenção do Grau de MESTRE em SANEAMENTO, MEIO AMBIENTE E RECURSOS HÍDRICOS, Área de Concentração: SANEAMENTO

Abrindo a sessão, a Orientadora, Profa Liséte Celina Lange, após dar conhecimento aos presentes o teor das Normas Regulamentares do Trabalho Final, passou a palavra à candidata para apresentação de seu trabalho. Seguiu-se a arguição pelos examinadores com a respectiva defesa pela candidata. Logo após, a Comissão se reuniu sem a presença da candidata e do público, para julgamento e expedição do resultado final. Foram atribuídas as seguintes indicações:

BANCA EXAMINADORA	INSTITUIÇÃO	INDICAÇÃO
Profa. Dra. Lisete Celina Lange - Orientadora	UFMG	APROVADA
Prof. Dr. Raphael Tobias de Vasconcelos Barros	UFMG	APROVADA
Profa. Dra. Cynthia Fantoni Alves Ferreira	UFMG	APROVADA
Prof. Dr. Samuel Rodrigues Castro	UFJF	APROVADA

Pelas indicações, a candidata foi considerada APROVADA, devendo proceder a pequenas alterações no trabalho, para a sua edição definitiva, a ser entregue no prazo de 2 meses.

O resultado final foi comunicado publicamente à candidata pelo Presidente da Comissão. Nada mais havendo a tratar, o Presidente encerrou a reunião e lavrou a presente ATA, que será assinada por todos os membros

participantes da Comissão Examinadora. Belo Horizonte, 16 de maio de 2023.



Documento assinado eletronicamente por **Lisete Celina Lange, Professora do Magistério Superior**, em 16/05/2023, às 17:10, conforme horário oficial de Brasília, com fundamento no art. 5º do [Decreto nº 10.543, de 13 de novembro de 2020](#).



Documento assinado eletronicamente por **Cynthia Fantoni Alves Ferreira, Membro**, em 16/05/2023, às 17:55, conforme horário oficial de Brasília, com fundamento no art. 5º do [Decreto nº 10.543, de 13 de novembro de 2020](#).



Documento assinado eletronicamente por **Raphael Tobias de Vasconcelos Barros, Professor do Magistério Superior**, em 18/05/2023, às 10:16, conforme horário oficial de Brasília, com fundamento no art. 5º do [Decreto nº 10.543, de 13 de novembro de 2020](#).



Documento assinado eletronicamente por **Samuel Rodrigues Castro, Usuário Externo**, em 18/05/2023, às 12:06, conforme horário oficial de Brasília, com fundamento no art. 5º do [Decreto nº 10.543, de 13 de novembro de 2020](#).



Documento assinado eletronicamente por **Cynthia Fantoni Alves Ferreira, Usuário Externo**, em 25/05/2023, às 22:29, conforme horário oficial de Brasília, com fundamento no art. 5º do [Decreto nº 10.543, de 13 de novembro de 2020](#).



A autenticidade deste documento pode ser conferida no site https://sei.ufmg.br/sei/controlador_externo.php?acao=documento_conferir&id_orgao_acesso_externo=0, informando o código verificador **2303326** e o código CRC **D1871E4E**.

AGRADECIMENTOS

Agradeço a DEUS por ter me permitido saúde e discernimento para conduzir e concluir esta pesquisa. Aos meus pais e minha irmã que sempre se fazem presentes na minha vida e apoiam minhas decisões. À minha orientadora Liséte Lange, pela confiança depositada, troca de conhecimento e carinho nesta caminhada. À UFMG pelo espaço contínuo de aprendizado e ao DGA/PRA/UFMG pelo apoio à minha capacitação. Aos professores Raphael Tobias e Léo Heller pelas contribuições dadas nos seminários. A professora Silvia Oliveira e aos colegas Lilia Castro, Ana Paiva e Pablo Santos pelas contribuições durante a disciplina que cursamos juntos. Ao professor Eduardo Coutinho pelo apoio em seguir em frente. A Sthefanny Frizzarim, Andreia Costa, Julia Ribeiro e Alida Ferreira pelo suporte e parceria nos momentos de dificuldade. A Larissa Couto e Fernanda Vasco pelas palavras amigas e encorajadoras para finalizar essa etapa. Às instituições participantes da pesquisa e aos profissionais entrevistados, meus agradecimentos pelo conhecimento e dados compartilhados, os quais agregaram valiosamente para o sucesso deste trabalho.

À todos, muito obrigada!

RESUMO

Os veículos em fim de vida estão entre os mais importantes fluxos reversos de resíduos sólidos do mundo, variados na sua composição e volume, são valiosas fontes de matérias-primas secundárias para o ciclo produtivo. A análise deste fluxo é essencial para mapear os fatores que limitam a circularidade dos resíduos veiculares. O Estado de Minas Gerais representa a segunda maior frota do Brasil e ainda não possui um controle sistêmico da destinação final destes veículos, impondo um esforço crescente ao setor público e privado para a implementação de estratégias eficazes no equacionamento de seu fluxo reverso. Assim, este trabalho propõe apresentar um diagnóstico sobre o fluxo reverso de veículos em fim de vida em Minas Gerais. Seus objetivos específicos compreendem quantificar a frota em fim de vida, identificar os atores participantes deste fluxo e os seus papéis. A metodologia compõe-se de cinco etapas além da revisão bibliográfica. A primeira etapa corresponde a coleta de dados da frota circulante e de veículos sucata leiloados. A segunda etapa consiste na realização de análises estatísticas (teste de *Shapiro Wilk*, teste *t*, teste de *Mann Whitney* e análise de previsão) no programa IBM SPSS versão 25. A terceira etapa inclui a coleta de dados da cadeia reversa e elaboração de mapas temáticos no programa *Qgis 3.22.99*. A quarta etapa inclui a coleta de dados de abandono em via pública e análise de conteúdo. A quinta etapa compreende a realização de entrevistas semiestruturadas, transcrição e análise de conteúdo sem utilização de programa auxiliar. Os resultados mostraram que a previsão estatística obtida apresentou boa qualidade, estima-se que sejam gerados 72.791 VFV's para 2030, totalizando 37.765 toneladas de resíduos sólidos a serem destinados adequadamente em Minas Gerais. O fluxo identificado inicia com a saída obrigatória e voluntária de veículos em circulação. A coleta ocorre nas remoções de veículos apreendidos, posteriormente transportados e guardados por empresas credenciadas junto ao DETRAN-MG para seguir à alienação via leilão, além das coletas referentes as alienações diretas pelos proprietários. Após o desfazimento, o fluxo segue para a desmontagem com fins ao reuso e outras diferentes formas de valorização dos resíduos. Foi evidenciada a ausência de rastreabilidade em todo o processo, os geradores em sua grande maioria não reportam essas informações aos órgãos de controle, resultado que impactou diretamente na saída do fluxo. Os atores do fluxo estão representados por pessoas físicas e jurídicas (públicas e privadas). A cadeia reversa é predominantemente representada por pequenas empresas de capacidade operacional reduzida e baixo nível de industrialização, com limitado potencial de recuperar valor nos resíduos veiculares. A falta de transparência no acesso à informação, a burocracia administrativa na liberação de veículos sucata com vistas à reciclagem, a falta de articulação entre atores governamentais, a inexistência de uma política industrial alinhada com a Política Nacional de Resíduos Sólidos e a isenção de responsabilidade da indústria automobilística em todo o fluxo reverso apresentado, estão entre os principais fatores limitantes do diagnóstico obtido no Estado de Minas Gerais.

Palavras-chave: Fluxo Reverso. Rastreabilidade. Reciclagem. Resíduos Sólidos. Veículos em Fim de Vida.

ABSTRACT

End-of-life vehicles are among the most important reverse solid waste reverse flows in the world, varied in composition and volume, are valuable sources of secondary raw materials for the production cycle. The analysis of this flow is essential to map the factors that limit the circularity of vehicle waste. The State of Minas Gerais represents the second largest fleet in Brazil and still does not have a systemic control of the final destination of these vehicles, imposing a growing effort on the public and private sectors to implement effective strategies to solve their reverse flow. That way, this work proposes to present a diagnosis on the reverse flow of end-of-life vehicles in Minas Gerais. Its specific objectives include quantifying the end-of-life fleet, identifying the actors participating in this flow and their roles. The methodology consists of five stages in addition to the bibliographic review, the first stage corresponds to the collection of data from the circulating fleet and auctioned scrap vehicles; the second stage consists in the application statistical analyzes (Shapiro Wilk test, t test, Mann Whitney test and forecast analysis) in the IBM SPSS version 25 program; the third stage includes the collection of reverse chain data and the creation of thematic maps in the Qgis 3.22.99; the fourth stage includes data collection on abandonment on public roads and content analysis and the fifth stage comprises semi-structured interviews, transcription and content analysis without using an auxiliary program. The results showed that the statistical forecast obtained showed good quality, it is estimated that 72,791 ELVs will be generated for 2030, totaling 37,765 tons of solid waste to be properly disposed of in Minas Gerais. The identified flow starts with the mandatory and voluntary exit of vehicles in circulation. The collection takes place in the removal of seized vehicles, later transported and stored by companies accredited with the DETRAN-MG to proceed the sale via auction, in addition to collections referring to direct disposals by the owners. After undoing, the flow proceeds to disassembly with the purpose of reuse and other different forms of waste recovery. The lack of traceability throughout the process was evidenced, the generators for the most part do not report this information to the control bodies, a result that directly impacted the flow output. The flow actors are represented by individuals and legal entities (public and private). The reverse chain is predominantly represented by small companies with reduced operational capacity and a low level of industrialization, with limited potential to recover value from vehicle waste. The lack of transparency in accessing information, the administrative bureaucracy in releasing scrap vehicles for recycling, the lack of articulation between government actors, the lack of an industrial policy aligned with the National Policy on Solid Waste and the exemption of liability of the automobile industry in all the reverse flow presented, are among the main limiting factors of the diagnosis obtained in the State of Minas Gerais.

Keywords: Reverse Flow. Traceability. Recycling. Solid Waste. End-of-Life-Vehicle.

LISTA DE FIGURAS

Figura 1 – Logística reversa de bens pós consumo	27
Figura 2 – Sistema organizado de desmonte baseado em países desenvolvidos	28
Figura 3 – Fluxo de veículos em fim de vida na União Europeia em 2014.....	30
Figura 4 – Fluxo de veículos em fim de vida no Japão em 2017.....	32
Figura 5 – Gereciamento do fluxo de veículos em fim de vida na Índia	34
Figura 6 – Gerenciamento do fluxo de veículos em fim de vida em Taiwan.....	36
Figura 7 – Valor residual da sucata metálica de um automóvel grande no Brasil	39
Figura 8 – Valor residual da sucata metálica de um automóvel pequeno no Brasil ..	39
Figura 9 – Evolução da frota nacional por tipo de veículo de 2012 a 2022	43
Figura 10 – Composição das frotas estaduais por tipo de veículo em 2022	44
Figura 11 – Distribuição da frota mineira acima de 50 mil veículos por Mesorregiões em 2021	48
Figura 12 – Distribuição da frota mineira acima de 50 mil veículos por Mesorregiões em 2021	49
Figura 13 – Representação esquemática das frotas consideradas em São Paulo....	51
Figura 14 – Fluxo mundial de exportações de veículos leves usados em 2017.....	55
Figura 15 – Veículos sucatas baixados no período de 2007 e 2022	87
Figura 16 – Veículos sucatas baixados no período de 2007 e 2019.....	87
Figura 17 – Modelagem HOLT	88
Figura 18 – Previsão da geração de Veículos Sucata em Minas Gerais até 2030....	88
Figura 19 – Frota circulante em Minas Gerais por idade de fabricação veicular em 2021	96
Figura 20 – Fluxo reverso de veículos em fim de vida no Estado de Minas Gerais	102
Figura 21 – Veículos sucata guardados em pátio credenciado em Belo Horizonte.	108
Figura 22 – Demandas de fiscalização por regional em Belo Horizonte de 2018 a 2021	121
Figura 23 – Vitorias realizadas por regional em Belo Horizonte de 2018 a 2021 ..	122
Figura 24 – Demandas de fiscalização por regional em Belo Horizonte de 2018 a 2021	123
Figura 25 – Cadeia reversa de metálicos no Estado de Minas Gerais em 2022.....	127
Figura 26 – Carregamento de sucata ferrosa em desmonte no município de Lavras e credenciado no DETRAN-MG	132
Figura 27 – Desmonte de sucatas aproveitáveis em empresas credenciadas no DETRAN-MG: a) sucata menos deteriorada b) sucata mais deteriorada.....	133
Figura 28 – Distribuição espacial das Delegacias Regionais da Polícia Civil (A) e das empresas de desmontagem, recuperação, reciclagem e comercialização de partes e peças veiculares credenciadas no DETRAN-MG (B).....	136
Figura 29 – Comparativo da distribuição espacial de empresas credenciadas no DETRAN-MG em relação as empresas de descaracterização veicular e reciclagem licenciadas na SEMAD	137
Figura 30 – Distribuição espacial da cadeia reversa de empresas do setor de plásticos licenciadas na SEMAD no Estado de Minas Gerais.....	139
Figura 31 – Acondicionamento de espumas em caçambas (a) e acúmulo de para-choque em área de armazenamento (b) de pátio credenciado no DETRAN-MG.....	142

Figura 32 – A Distribuição espacial da cadeia reversa composta por empresas que realizam a disposição final e empresas da cadeia reversa de óleo lubrificante, baterias, vidro e lâmpadas em Minas Gerais.....144

LISTA DE QUADROS

Quadro 1 – Comparação dos sistemas de gestão de veículos em fim de vida na Europa, Japão e Estados Unidos.....	33
Quadro 2 – Definições de veículos em fim de vida em normas utilizadas em Minas Gerais.....	59
Quadro 3 – Definições de veículos em fim de vida encontradas na revisão de literatura	60
Quadro 4 – Empresas passíveis de credenciamento no DETRAN-MG.....	66
Quadro 5 – Atividades passíveis de credenciamento no DETRAN-MG	66
Quadro 6 – Definição das atividades de análise na DN COPAM nº 217 de 2017	68
Quadro 7 – Atores participantes do fluxo reverso de veículos em fim de vida em Minas Gerais	103

LISTA DE TABELAS

Tabela 1 – Taxas de valorização e reciclagem de veículos na União Europeia desde 2015	30
Tabela 2 – Participação das Mesorregiões na frota de Minas Gerais em 2021	46
Tabela 3 – Frotas municipais por Mesorregiões de Minas Gerais em 2021.....	47
Tabela 4 – Comparativo da frota circulante SENATRAN, ANFAVEA E SINDIPEÇAS em 2021	52
Tabela 5 – Idade média da frota nacional por tipo veicular de 2010 a 2021	52
Tabela 6 – Solicitação de informações mediante sistema e-SIC de Minas Gerais....	76
Tabela 7 – Comparação de dados de frota circulante DETRAN-MG e SENATRAN.	80
Tabela 8 – Veículos em situação de baixados em Minas Gerais entre 2021 e 2023	81
Tabela 9 – Taxa de renovação da frota de Minas Gerais de 2006 a 2022.....	91
Tabela 10 – Municípios com legislação sobre veículos abandonados em Minas Gerais.....	117
Tabela 11 – Empresas representantes da indústria metalúrgica de metais não ferrosos licenciadas pelo Estado de Minas Gerais para a atividade B-04-05-7.....	128
Tabela 12 – Empresas representantes da indústria metalúrgica de metais ferrosos licenciadas pelo Estado de Minas Gerais para a atividade B-03-07-7	129

LISTA DE ABREVIATURAS E SIGLAS

ALF – Alvará de Localização e Funcionamento

ANFAVEA – Associação Nacional dos Fabricantes de Veículos Automotores

ANTT – Agência Nacional de Transportes Terrestres

BDMG – Banco de Desenvolvimento de Minas Gerais

CAPES – Portal de Periódicos da Coordenação de Aperfeiçoamento de Pessoal de Nível Superior

CDF – Certificado de Destinação Final

CIRETRANS – Circunscrição Regional de Trânsito

CTB – Código de Trânsito Brasileiro

CNAE – Classificação Nacional de Atividades Econômicas

CNPJ – Cadastro Nacional da Pessoa Jurídica

CONTRAN – Conselho Nacional de Trânsito

CO₂ – Dióxido de carbono

COPAM – Conselho de Política Ambiental

CRV – Certificado de Registro do Veículo

CTB – Código de Trânsito Brasileiro

CTR – Central de Tratamento de Resíduos

DEPIFRVA – Divisão Especializada em Prevenção e Investigação a Furto e Roubo de Veículos Automotores

DETRAN – Departamento Estadual de Trânsito

DETRAN-MG – Departamento Estadual de Trânsito do Estado de Minas Gerais

DN – Deliberação Normativa

DPVAT – Danos Pessoais Causados por Veículos Automotores de Via Terrestre

EC – Economia Circular

EoL – Fim de vida

e-SIC – Sistema Eletrônico de Informações ao Cidadão

EUA – Estados Unidos da América

FEAM - Fundação Estadual do Meio Ambiente

GEE – Gases do Efeito Estufa

GCAE – Grandes Categorias de Atividades Econômicas

ICMS – Imposto sobre Circulação de Mercadorias e Serviços

IPEA – Instituto de Pesquisa Econômica Aplicada

IPI – Imposto sobre Produtos Industrializados

IPVA – Imposto sobre a Propriedade de Veículos Automotores

JUCEMG – Junta Comercial do Estado de Minas Gerais

LAI – Lei de Acesso à Informação

LPO – Leiloeiros Públicos Oficiais

LR – Logística Reversa

MTR – Manifesto de Transporte de Resíduos

OICA – Organização Internacional dos Fabricantes de Veículos Automotores

OCDE – Organização para a Cooperação e Desenvolvimento Econômico

ONU – Organização das Nações Unidas

PCPV – Plano de Controle de Poluição Veicular

PE's – Pontos Estratégicos

PERS-MG – Política Estadual de Resíduos Sólidos de Minas Gerais

PCMG – Polícia Civil de Minas Gerais

PF – Pessoa física

PGRS – Plano de Gerenciamento de Resíduos Sólidos

PJ – Pessoa jurídica

PL – Projeto de Lei

PLANARES – Plano Nacional de Resíduos Sólidos

PMMG – Polícia Militar de Minas Gerais

PNE – Plano Nacional de Energia

PNUMA – Programa das Nações Unidas para o Meio Ambiente

PNRS – Política Nacional de Resíduos Sólidos

PROCONVE – Programa de Controle da Poluição do Ar por Veículos Automotores

PRPV – Programa de Reciclagem de Resíduos Veiculares

PROMOT – Programa de Controle da Poluição do Ar por Motociclos e Veículos Similares

PRONAR – Programa Nacional de Controle de Qualidade do Ar

RENAEST – Registro Nacional de Acidentes e Estatísticas de Trânsito

RENAVAM – Registro Nacional de Veículos Automotores

RENAVE – Registro Nacional de Veículos em estoque

RENOVAR – Programa de Aumento da Produtividade da Frota Rodoviária

REP – Responsabilidade Extendida do Produtor

SECEX – Secretaria de Comércio Exterior

SENATRAN – Secretaria Nacional de Trânsito

SEMAD – Secretaria de Estado de Meio Ambiente e Desenvolvimento Sustentável

SEPLAG – Secretaria de Planejamento e Gestão

SINDIPEÇAS – Sindicato Nacional da Indústria de Componentes para Veículos Automotores

SISEMA – Sistema Estadual de Meio Ambiente e Recursos Hídricos

SISPNCDD – Sistema do Programa Nacional de Controle da Dengue

SMMA – Sistema Municipal de Meio Ambiente de Minas Gerais

SLR – Sistema de Logística Reversa

SNT – Sistema Nacional de Trânsito

SLU – Superintendência de Limpeza Urbana

UE – União Europeia

VFV – Veículo em Fim de Vida

VS – Veículo Sucata

SUMÁRIO

1	INTRODUÇÃO	18
2	OBJETIVOS	23
2.1	Objetivo Geral	23
2.2	Objetivos Específicos	23
3	REVISÃO DA LITERATURA	24
3.1	Economia Circular (EC).....	24
3.2	Logística Reversa (LR).....	25
3.2.1	União Europeia (EU).....	29
3.2.2	Japão	31
3.2.3	Índia	34
3.2.4	Taiwan	35
3.3	Frota circulante.....	37
3.3.1	Breve histórico	37
3.3.2	Caracterização da frota circulante em Minas Gerais.....	42
3.3.3	Aspectos do levantamento de dados de frota circulante	50
3.3.4	Tendências de rotas tecnológicas: impacto na geração futura de VFV's..	56
3.4	Veículos em Fim de Vida (VFV's).....	59
3.4.1	Definições	59
3.4.2	Baixa definitiva	62
3.4.3	Destinação final: aspectos legais.....	64
4	METODOLOGIA.....	71
4.1	Revisão de literatura	71
4.2	Quantificação da frota em fim de vida no Estado de Minas Gerais	72
4.2.1	Etapa 1: coleta e organização de dados da frota	72
4.2.2	Etapa 2: análises estatísticas.....	73
4.3	Caracterização do fluxo de VFV's em Minas Gerais, seus atores e papéis .	74
4.3.1	Etapa 3: mapeamento da cadeia reversa.....	74
4.3.2	Etapa 4: mapeamento do abandono de veículos em vias públicas.....	77
4.3.3	Etapa 5: entrevistas semiestruturadas	78
5	RESULTADOS E DISCUSSÃO.....	80
5.1	Comparação estatística entre bases de dados	80
5.2	Geração natural de VFV's em Minas Gerais	80
5.2.1	Baixa definitiva de circulação	80
5.2.2	Previsão de geração de VS's (VFV's)	83
5.2.3	Previsão da massa de resíduos veiculares	92

5.3	Geração potencial de VFV's em Minas Gerais.....	95
5.4	Caracterização do fluxo reverso de VFV's em Minas Gerais	100
5.4.1	Geração.....	100
5.4.2	Remoção e guarda.....	103
5.4.3	Desfazimento.....	110
5.4.4	Abandono em via pública	115
5.4.5	Destinação final da sucata	124
6	CONCLUSÃO	153
7	RECOMENDAÇÕES.....	156
	REFERÊNCIAS.....	157
	APÊNDICE A – Termo de consentimento livre e esclarecido.....	180
	APÊNDICE B – Roteiro global de entrevista semiestruturada.....	183
	APÊNDICE C – Relação dos participantes de entrevista semiestruturada	187
	APÊNDICE D – Relação de municípios com legislação que aborda veículos abandonados em vias públicas e que são integrados no SNT.....	188
	APÊNDICE E – Respostas obtidas dos municípios que retornaram a consulta de dados sobre veículos abandonados em vias públicas e listados no Apêndice D	189
	APÊNDICE F – Mapa 1: Empresas credenciadas no DETRAN-MG.....	191
	APÊNDICE G – Mapa 2: Cadeia reversa DETRAN-MG e SEMAD-MG.....	192
	APÊNDICE H – Mapa 3: Disposição final e resíduos diversos.....	193
	APÊNDICE I – Mapa 4: Cadeia reversa do setor plástico e do setor metálico em Minas Gerais	194

1 INTRODUÇÃO

O conflito entre o crescimento econômico e o consumo de bens e produtos tem recebido destacada atenção entre diferentes partes interessadas nos últimos anos (ARORA; BAKSHI; BHATACHARJYA, 2019). Históricos no desenvolvimento das sociedades, os veículos em circulação continuam a aumentar globalmente (TARRAR; DESPEISSE, 2021).

A indústria automobilística gera empregos, inovação e outros encadeamentos produtivos (BNDES, 2018), é essencial na economia de muitos países, todavia é um dos setores econômicos mais intensivos na demanda de recursos (SHARMA; PANDEY, 2020) e mais críticos na gestão dos resíduos sólidos (ZARAGOZ *et al*, 2020).

No período pós-pandemia da Covid-19, a frota mundial voltou a crescer, a expansão da produção em países em desenvolvimento contribuiu para o superávit de 6 % registrado em 2022, com destaque para a participação da China, maior produtor mundial de veículos automotores (OICA, 2022).

No Brasil, os veículos automotores lideram a produção de bens de consumo duráveis (IBGE, 2022), o país representa o maior consumo da América Latina e o sétimo maior consumo do mundo, atrás apenas da China, Estados Unidos da América (EUA), Japão, Alemanha, Índia e França (ANFAVEA, 2022; OICA, 2022).

Minas Gerais representa a segunda maior frota do país atrás de São Paulo, na última década apresentou a maior variação de novos emplacamentos na região Sudeste. Somente no último ano, quase meio milhão de novos veículos entraram em circulação no Estado (BRASIL, 2022).

O intenso consumo de veículos e o aumento de sua produção amplia significativamente a geração de veículos em fim de vida (VFV's) à espera de um tratamento adequado (JANG *et al*, 2022), trazendo novos desafios ao gerenciamento de resíduos sólidos (FERNANDES DE SOUZA *et al*, 2022).

Em um cenário de descarbonização em que diversas rotas tecnológicas competem por espaço a médio e longo prazo (ANFAVEA, 2022), a efetivação de programas de renovação da frota e de inspeção veicular para estimular o uso de veículos menos poluentes e mais seguros, surge como incremento à geração natural de VFV's.

A geração de VFV's tem despertado o interesse da academia e indústria nas últimas décadas (D'ADAMO; GASTALDI; ROSA, 2020), sua previsão é vital no planejamento da cadeia reversa automotiva (HE *et al*, 2020) e cada vez mais relevante, pois os VFV's são fluxos de resíduos em crescimento mundial (MODOI; MIHAI, 2022).

No Japão, em 2019 foram gerados 3,4 milhões de VFV's, destinados à 13.606 empresas de coleta veicular, 3.468 empresas de coleta de fluorocarbonetos, 3.367 desmontes e 913 empresas de trituração, alcançando uma taxa de reciclagem de 99%, incluindo os resíduos de trituração (SOO *et al*, 2021).

Em 2020, na União Europeia (UE), foram geradas 6,1 milhões de toneladas de resíduos sólidos em função do descarte de VFV's, 89,1 % destes resíduos foram reciclados e reutilizados (EUROSTAT, 2020).

No mesmo ano, na Coreia do Sul, foram geradas 12,50 milhões de toneladas de resíduos sólidos, deste total, foram exportadas 2,59 milhões e recicladas 9,91 milhões de toneladas no país (JANG *et al*, 2022).

No Brasil, são estimados 5,2 milhões de automóveis em fim de vida para 2030, um aumento de 83 % em relação a 2020, totalizando 5,35 milhões de toneladas de resíduos sólidos que serão geradas para tratamento (FERNANDES DE SOUZA *et al*, 2022).

A maioria dos países em desenvolvimento não possuem um sistema legalizado de gerenciamento de VFV's (LIN *et al*, 2018), a falta de informação sobre a geração destes veículos nestes países reflete a falta de atenção dada à importância da reciclagem veicular por suas autoridades governamentais (NUMFOR *et al*, 2021).

A composição destes veículos orienta as destinações finais a serem utilizadas, pode apresentar de 20 mil a 30 mil peças diferentes, que incluem plásticos, metais ferrosos e não ferrosos, borracha, vidro, têxteis, fios e materiais valiosos tais como ferro, cobre, zinco, alumínio, chumbo e platina (JAMALUDDIN *et al*, 2022).

Esses materiais podem variar em função do tipo, tamanho, ano de fabricação e modelo do veículo, dessa forma, é importante que os desmontes conheçam a composição detalhadamente para identificar as peças reutilizáveis no mercado antes de procederem à passos de desmantelamento e trituração (JANG *et al*, 2022).

Além disso, a cadeia reversa escolhe os materiais que apresentam a melhor relação entre porcentagem de material de interesse e de facilidade de extração, além de considerarem a tecnologia de separação e extração dos materiais constituintes com melhor oportunidade de revalorização (LEITE, 2017).

Uma vez que estes materiais são reutilizados, recuperados e/ou reciclados, são reintroduzidos na economia, contribuindo para fechar o ciclo sustentável de recursos, reduzindo a demanda por matérias-primas virgens (ARORA; BAKSHI; BHATTACHARJYA, 2019) e diminuindo o uso de energia e da emissão de gases do efeito estufa (GEE) (AL-QURADAGHI *et al*, 2022).

Por outro lado, a composição destes veículos também apresenta materiais perigosos como óleo de motor, óleo de transmissão, combustíveis, anticongelantes, *air bag*, refrigerantes, metais pesados e baterias de chumbo-ácido (LIU *et al*, 2020).

Em razão disso, sua destinação final inadequada pode provocar a poluição da água e do solo com fluidos contaminantes, a perda de materiais recicláveis constituintes e o surgimento de doenças devido a sua disposição irregular ou de suas partes.

O abandono de veículos em áreas urbanas, rurais ou insulares é um clássico exemplo, a limitação na gestão de resíduos sólidos de governos locais, de

políticas públicas e da aplicação da legislação sustentam essa realidade, sobretudo nos países em desenvolvimento (LIN *et al*, 2018; HALL; MCDONALD, 2020).

No final da década de 1980, muitos países integrantes da Organização para a Cooperação e Desenvolvimento Econômico (OCDE) foram pioneiros ao incorporar em suas políticas ambientais o princípio da responsabilidade estendida do produtor (REP), que contempla todo o ciclo de vida de seus produtos (OECD, 2016).

A REP desobriga gradativamente os governos e responsabiliza o produtor e suas cadeias industriais pelo equacionamento dos fluxos reversos de produtos pós-consumo (LEITE, 2017), assumindo a responsabilidade pela produção, uso e fim de uso (WEETMAN, 2019).

As principais referências legais sobre o gerenciamento de VFV's que utilizam a REP referem-se a Diretiva Europeia 2000/53/CE (EU, 2000), a Lei de Reciclagem de Veículos em Fim de Vida do Japão (METI, 2002) e a Lei de Reciclagem de Recursos elétricos e eletrônicos e de Veículos da Coreia do Sul (ME, 2007).

A Política Nacional de Resíduos Sólidos (PNRS) é o principal marco legal vigente no Brasil (BRASIL, 2010). O Plano Nacional de Resíduos Sólidos (PLANARES) publicado no último ano, prevê a logística reversa de VFV's como um dos próximos sistemas a serem homologados no país (BRASIL, 2022).

Embora a PNRS possua o princípio da responsabilidade compartilhada pelo ciclo de vida do produto, de maneira individualizada e encadeada entre diferentes atores da gestão de resíduos sólidos, em outros países, a REP tem sido essencial em fazer os fabricantes assumirem sua responsabilidade pelos VFV's neste processo.

A Lei do Desmonte (BRASIL, 2014) trouxe os veículos desmontados e destruídos para o bojo dos resíduos sólidos a serem gerenciados, com exceção de peças ou conjuntos de peças usadas destinados à reposição. Todavia, falta

articulação junto à PNRS e demais normas ambientais na gestão destes resíduos pós-consumo.

Segundo o Instituto de Pesquisa Econômica Aplicada (IPEA), a reciclagem automotiva é propulsora para a criação de uma nova indústria no Brasil, contribuindo para a reconstrução da cadeia de produção e recuperação econômica no período pós-pandemia da Covid 19 (IPEA, 2020).

Por essas razões, trazer Minas Gerais como cenário de estudo é muito relevante, seja pela expressividade de sua frota no contexto nacional ou pelas tendências apresentadas, indicando que o Estado precisa se preparar para lidar com importantes desafios ambientais nos próximos anos.

2 OBJETIVOS

2.1 Objetivo Geral

Apresentar um diagnóstico do fluxo reverso de VFV's no Estado de Minas Gerais.

2.2 Objetivos Específicos

- Quantificar a frota em fim de vida no Estado de Minas Gerais;
- Caracterizar o fluxo de VFV's em Minas Gerais, seus atores e papéis.

3 REVISÃO DA LITERATURA

3.1 Economia Circular (EC)

A economia circular (EC) é um modelo econômico alternativo ao modelo linear tradicional (CERQUEIRA-STREIT *et al*, 2022), ao contrário de “extrair, produzir e descartar”, a economia circular utiliza recursos em vez de consumir recursos, e elimina os resíduos no desenho do produto e não no seu descarte (WEETMAN, 2019).

Essa forma de economia se inspira na natureza, onde o resíduo de uma espécie é o alimento de outra, e a soma fornece energia. Ela vai muito além da reciclagem de materiais ou da eliminação de resíduos para aterros, pois amplia a cadeia de valor e abrange todo o ciclo de vida do produto, do início ao fim (WEETMAN, 2019).

Nos últimos anos, gestores da cadeia de suprimentos têm se preocupado com questões relacionadas à sustentabilidade, questões ambientais e sociais estão sendo priorizadas e contribuem para a atuação das empresas em um cenário de escassez de recursos naturais (CERQUEIRA-STREIT *et al*, 2021).

Montadoras em todo o mundo conseguem recuperar os resíduos que produzem, porém, o desafio não é apenas recuperar os resíduos, mas também reciclar os VFV's de forma eficiente, assim como se tem feito com a substituição de veículos de combustíveis fósseis para veículos elétricos (MODOI; MIHAI, 2022).

A gestão de VFV's se torna cada dia mais importante para a conservação de recursos e para a EC, os diferentes atores envolvidos (produtores, utilizadores, instalações de tratamento de resíduos) têm cada vez mais responsabilidades neste processo (MODOI; MIHAI, 2022).

Outrossim, em economias emergentes, a EC enfrenta diferentes desafios devido aos variados padrões de fabricação de veículos, inadequação de infraestrutura, falta de política governamental e percepção do consumidor sobre produtos reciclados (NAG, 2021; SHARMA; PANDEY, 2020). Neste

processo a consciência social é importante e poucos são os estudos que abordam critérios sociais (ZARAGOZ *et al*, 2020).

Para adotar a EC, as empresas automotivas devem implementar funcionalidades no produto, serviços, recursos e infraestrutura que integram os processos da cadeia de suprimentos e incentivam o fluxo reverso de material na sua rede de valor, para criar um ciclo circular de reparo, remanufatura e reciclagem (NAG, 2021; SHARMA; PANDEY 2020).

Países como o Brasil, têm muito a avançar em direção a economia circular, por conseguinte às melhores práticas de gestão de resíduos sólidos. O principal desafio é desenvolver a PNRS em todo seu potencial, pois a implementação e regulação de parte de suas diretrizes ainda estão sendo estruturadas (MANCINI *et al*, 2021), nesse contexto, estão os resíduos veiculares e o seu retorno ao ciclo produtivo.

Com o crescimento substancial de VFV's, torna-se urgente reciclá-los, mas, um tratamento inadequado pode resultar em desperdício de recursos, por isso, pesquisadores e profissionais têm se dedicado na implementação eficiente da cadeia de suprimentos reversa como uma estratégia para lidar com essa realidade (TRANG; YAN, 2023).

A reutilização e remanufatura de componentes veiculares e a reciclagem de materiais, fecham ciclos e reduzem a demanda inicial por materiais e energia, assim, a colaboração com o setor informal (muito presente nos países emergentes), pode criar redes de logística reversa e modelos de negócios circulares que maximizam a captura de valor dos VFV's (ARORA; BAKSHI; BHATACHARJYA, 2019).

3.2 Logística Reversa (LR)

A abordagem clássica da cadeia de suprimentos direta não se responsabiliza pelos produtos em fim de vida. A cadeia de suprimentos reversa, conhecida como logística reversa (LR), tenta contabilizar esses produtos de maneira ambientalmente adequada (GOVINDAN *et al*, 2017).

Para Stock (1998), uma das principais referências sobre o tema, a “LR refere-se ao papel da área no retorno de produtos, redução na fonte, reciclagem, substituição de materiais, reuso de materiais, disposição de resíduos, reforma, reparação e remanufatura” (STOCK, 1998).

A LR de pós-consumo equaciona e operacionaliza igualmente o fluxo físico e suas informações correspondentes, referentes aos bens de pós-consumo descartados pela sociedade, que retornam ao ciclo de negócios ou ao ciclo produtivo por meio dos canais de distribuição reversos específicos (LEITE, 2017).

Nesse contexto, seus objetivos econômicos precisam ser obtidos em todas as etapas, a falta de ganho em um ou alguns dos elos da cadeia reversa provocará a interrupção do fluxo ou simplesmente sua inexistência, gerando desequilíbrios entre os fluxos diretos e reversos e em suas consequências (LEITE, 2017).

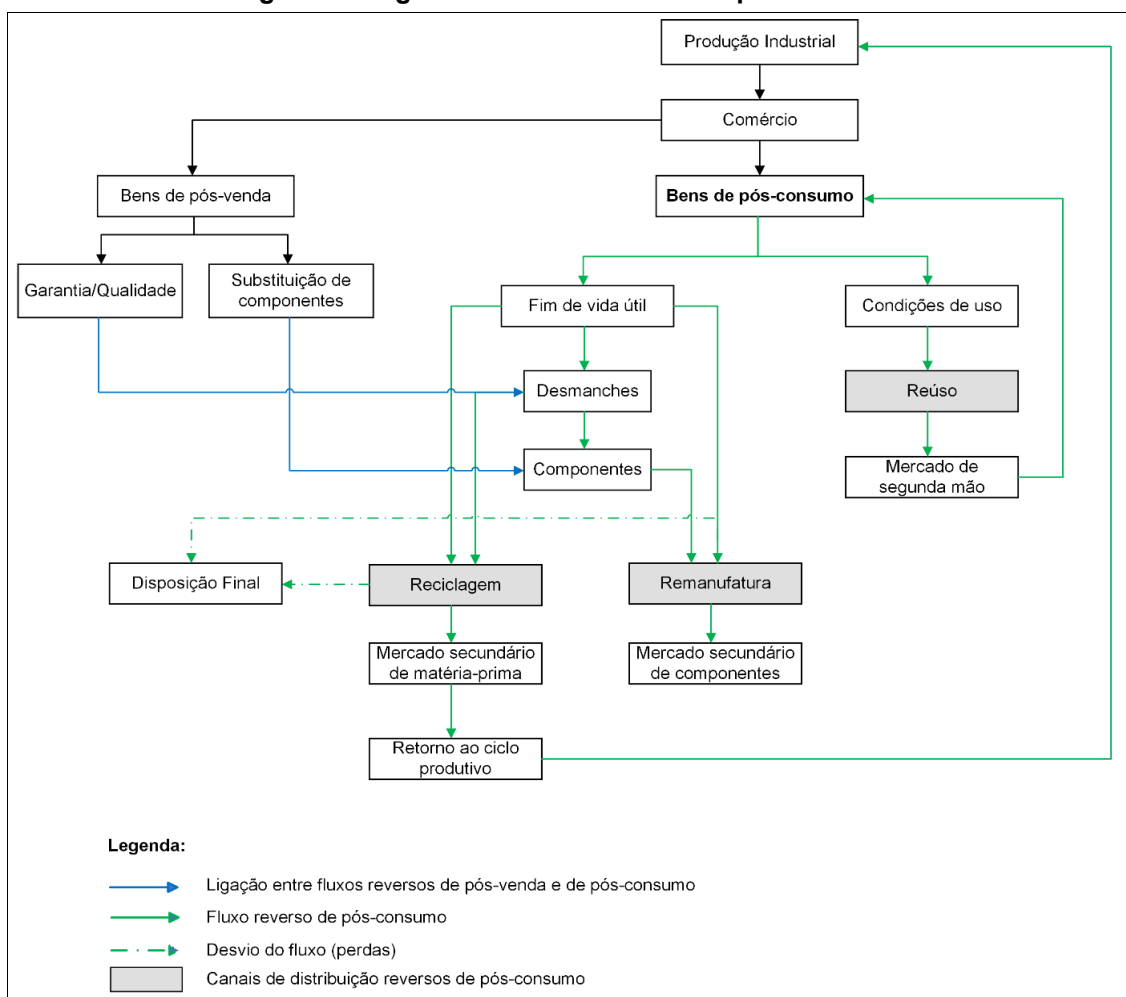
Na Figura 1, é apresentado o campo de atuação da logística reversa com os canais reversos utilizados no âmbito dos bens pós-consumo, sendo três canais distintos, reuso, remanufatura e reciclagem.

Neste contexto, a substituição de componentes de bens duráveis ocorre em manutenções e consertos ao longo da vida útil destes bens, os quais são remanufaturados quando tecnicamente possível e retornam ao ciclo primário ou secundário, ou são enviados para a reciclagem ou ainda para uma disposição final (LEITE, 2017).

A remanufatura restaura os produtos descartados em condições semelhantes às de novos, recupera produtos e suas partes, além de exigir menos esforço e recursos nessa recuperação. Nos EUA e na Europa, é uma atividade consolidada, na China, o aumento de veículos provocou o interesse em desenvolver a remanufatura e suas respectivas políticas baseadas na REP (SAAVEDRA *et al*, 2013).

No Brasil, a não exigência de fabricantes integrarem programas de gerenciamento do ciclo de vida para recuperar materiais descartados pós-consumo, contribui para desestimular a remanufatura. O resultado disso, é o crescimento de empresas terceirizadas que compram esses produtos para refabricá-los e vendê-los, são os remanufaturadores independentes (SAAVEDRA *et al*, 2013).

Figura 1 - Logística reversa de bens de pós-consumo



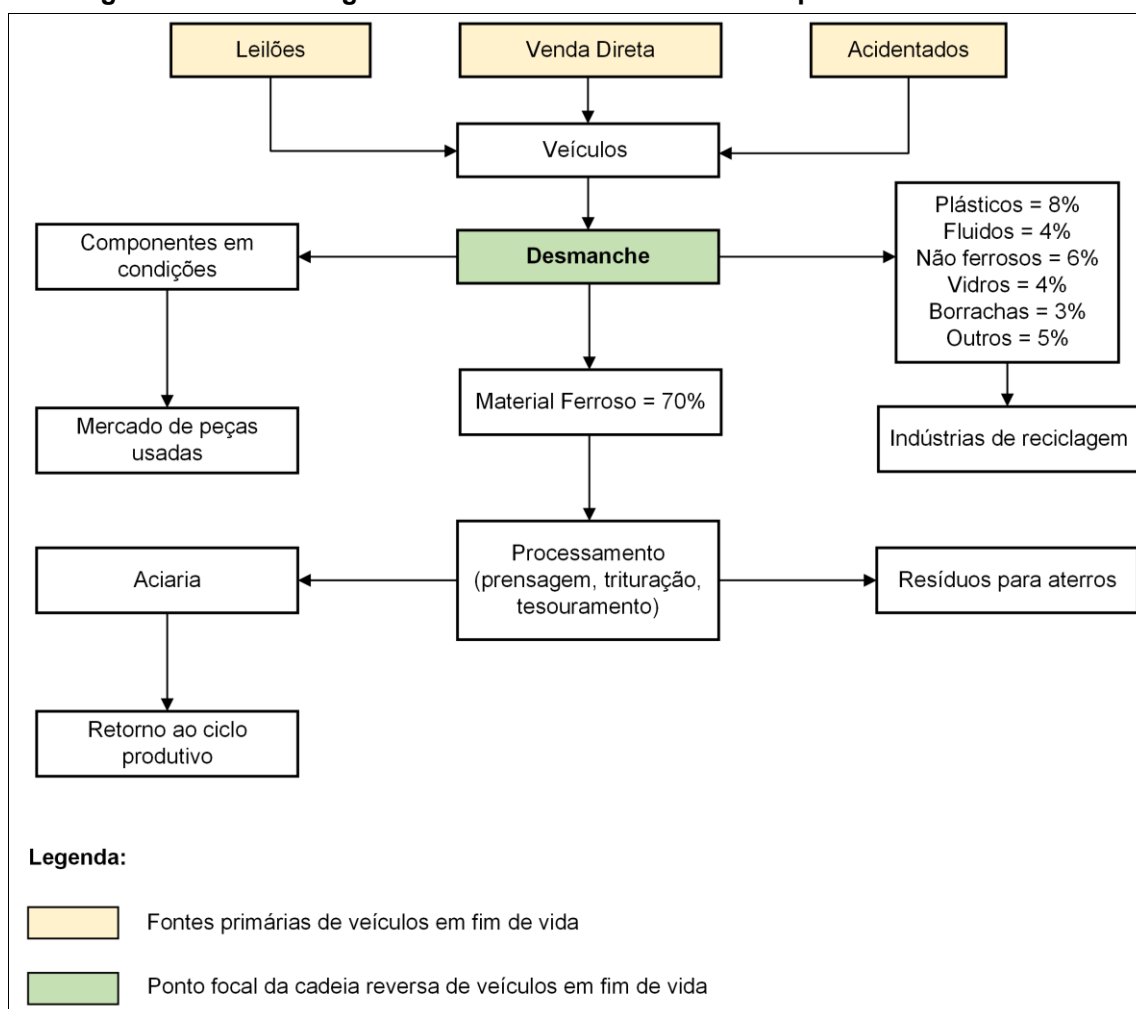
Fonte: Adaptado de LEITE (2017).

Na Figura 2, são apresentadas as etapas de um sistema de desmonte veicular baseado nos países desenvolvidos, no qual os VFV's são originados em leilões, em acidentes e na venda direta, na qual o veículo é adquirido diretamente pelo cidadão e a venda é realizada para a empresa de desmonte com a apresentação de documentos conforme legislação específica (LEITE, 2017).

O sistema inicia com a separação dos componentes líquidos do automóvel, seguida da desmontagem de todos os componentes até a liberação da chamada carcaça de ferro, que posteriormente é transformada em retalhos e compactada (LEITE, 2017).

Os materiais ferrosos (70 % do veículo) constituem-se de componentes em condições de uso e de materiais destinados ao processamento mecânico de prensagem, de retalhamento, em tesouras ou de trituração em *shredder*, para posterior comercialização com aciarias, as quais reintegram esses materiais secundários ao ciclo produtivo (LEITE, 2017).

Figura 2 - Sistema organizado de desmonte baseado em países desenvolvidos



Fonte: Adaptado de LEITE (2017).

Os sistemas organizados de desmonte automotivo podem apresentar variações, por exemplo, cita-se os diferentes sistemas de reciclagem baseados

na UE, Japão, Austrália e EUA, que desde a produção de matéria-prima até os estágios de reciclagem são discutidos.

Segundo SOO *et al* (2021), a implementação de regulamentação estrita de VFV's na UE e no Japão é impulsionada pela falta de espaço em aterros sanitários, diferindo dos sistemas implementados na Austrália e EUA, que são conduzidos por considerações do mercado financeiro perante a falta de regulamentação de VFV's.

Sob o aspecto legal, o gerenciamento de VFV's na Austrália e nos EUA é afetado por políticas nacionais de resíduos relacionadas ao descarte de resíduos perigosos. Por outro lado, a Europa e o Japão representam regiões com regulação específica para VFV's em detrimento de leis ambientais amplamente definidas (SOO *et al*, 2021).

No Brasil, condições logísticas e tecnológicas ofertam aos desmontes distintas realidades que impactam nas destinações finais a serem dadas aos resíduos veiculares. Ademais, a distinção de atendimento à Lei do Desmonte (BRASIL, 2014) nos 27 Estados brasileiros também impacta nas diferentes formas de organização dos sistemas de desmontagem.

3.2.1 União Europeia (UE)

Na UE, a reciclagem de veículos é regulamentada pela Diretiva 2000/53/CE de 18 de setembro 2000, que estabelece a responsabilidade da reciclagem e do tratamento final dos resíduos de VFV's aos fabricantes automotivos, bem como à melhoria do desempenho ambiental de todos os operadores econômicos intervenientes durante o ciclo de vida dos veículos e, sobretudo, dos operadores diretamente envolvidos no tratamento de VFV's (EU, 2000).

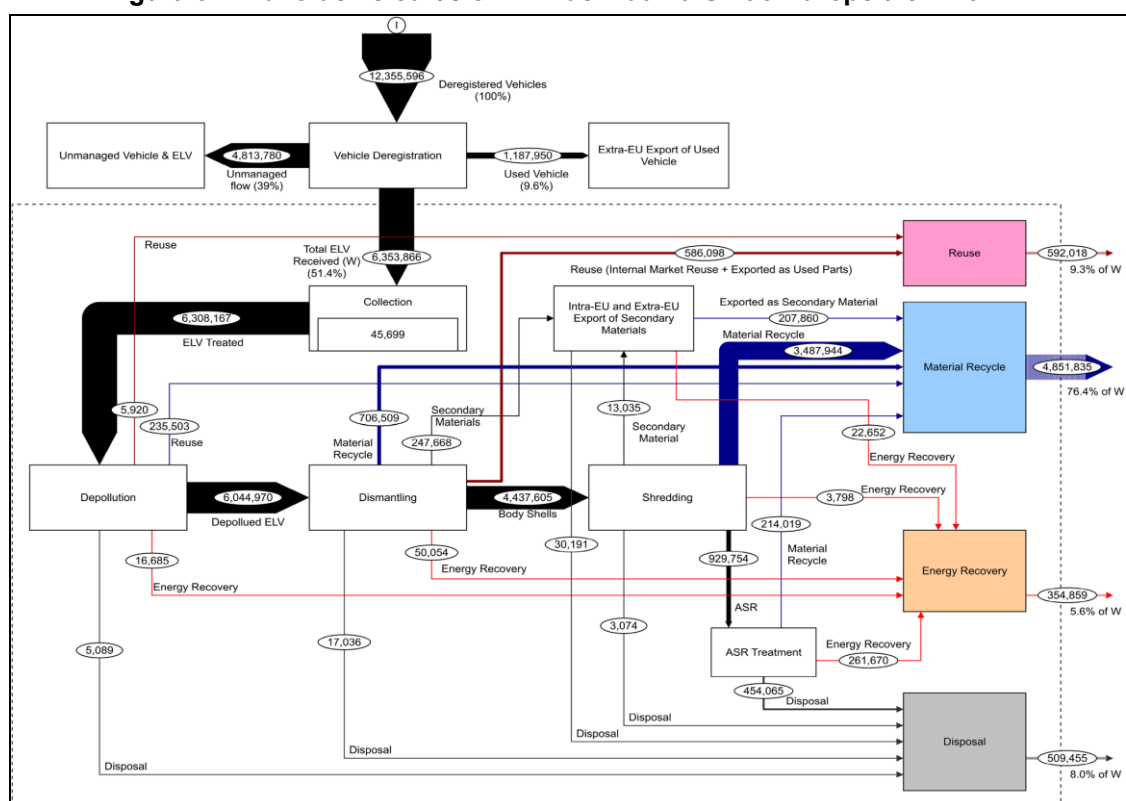
Em complemento, a Diretiva 2005/64/CE estabelece as disposições administrativas e técnicas para a homologação desses veículos a fim de assegurar que os seus componentes e materiais possam ser reutilizados, reciclados e valorizados (EU, 2005). Na Tabela 1 são apresentadas as taxas de valorização e de reciclagem nas citadas normas:

Tabela 1 – Taxas de valorização e reciclagem de veículos na União Europeia desde 2015

Diretivas	Condição do veículo	Taxa de valorização (em massa)	Taxa de reciclagem (em massa)
Diretiva 2000/35/CE	Em circulação	95%	85% (M1) e 95% (N1) ¹
Diretiva 2005/64/CE	Novo	85%	85% (M1) e 95% (N1)

Fonte: UE (2000; 2005).

A seguir, na Figura 3 é apresentado o fluxo reverso de VFV's na UE em 2014, considerando o estudo de BHARI, YANO e SAKAI (2021). Os valores apresentados possuem como unidade de medida a tonelada.

Figura 3 – Fluxo de veículos em fim de vida na União Europeia em 2014

Legenda: vehicle deregistration = veículo baixado; unmanaged vehicle = veículo não gerenciado; extra-EU export of used vehicle = veículo usado exportado; used vehicle = veículo usado; collection = frota; depollution = despoluição; dismantling = desmontagem; reuse = reuso; energy recovery = recuperação de energia; material recycle = reciclagem de materiais; secondary materials = materiais secundários; disposal = disposição; internal Market reuse = reaproveitamento no mercado interno; exported as used parts = exportação de partes usadas; exported as secondary material = exportação como material secundário; shredding = trituração.

Fonte: BHARI, YANO e SAKAI (2021).

Neste caso, os proprietários de veículos entregam os VFV's baixados nas instalações de tratamento autorizadas, as quais emitem um certificado de destinação final para o proprietário, realizam a despoluição, desmontagem e

¹ Categorias de veículos definidas na parte A do anexo II da Diretiva 70/156/CEE.

recuperação de componentes, e promovem a reutilização e reciclagem dos componentes recuperados.

Resíduos líquidos com exceção dos combustíveis, baterias e acumuladores, filtro de óleo e outros materiais são removidos e tratados no processo de despoluição. A maior parte do material que é despoluído passa por reciclagem e posteriormente são encaminhados à recuperação energética, reutilização e descarte.

Neste exemplo da Figura 3, a recuperação de energia de resíduos líquidos equivaleu a 3,97 % da recuperação de energia oriunda da despoluição. As baterias e acumuladores foram os itens mais reaproveitados com 81,7 % no processo de despoluição. Metal, vidro, grandes peças plásticas, catalisadores e outros materiais foram removidos durante o processo de desmontagem.

Notadamente, 81,5 % da energia recuperada no processo de desmontagem originou-se dos pneus. A maioria dos componentes metálicos foi reaproveitada, contribuindo com 53,3 % do reaproveitamento do processo de desmonte. Os componentes metálicos contribuíram com 57,7 % da reciclagem do material e 63 % do material descartado no desmonte foram atribuídos ao vidro.

3.2.2 Japão

No Japão, o veículo baixado é enviado para tratamento nos centros autorizados ou é exportado, a exportação corresponde à metade da quantidade tratada no país e os proprietários neste caso, recebem o valor da taxa de reciclagem que pagariam ao entregar seu VFV em um centro de desmonte com juros. As exportações também incluem peças usadas e material secundário.

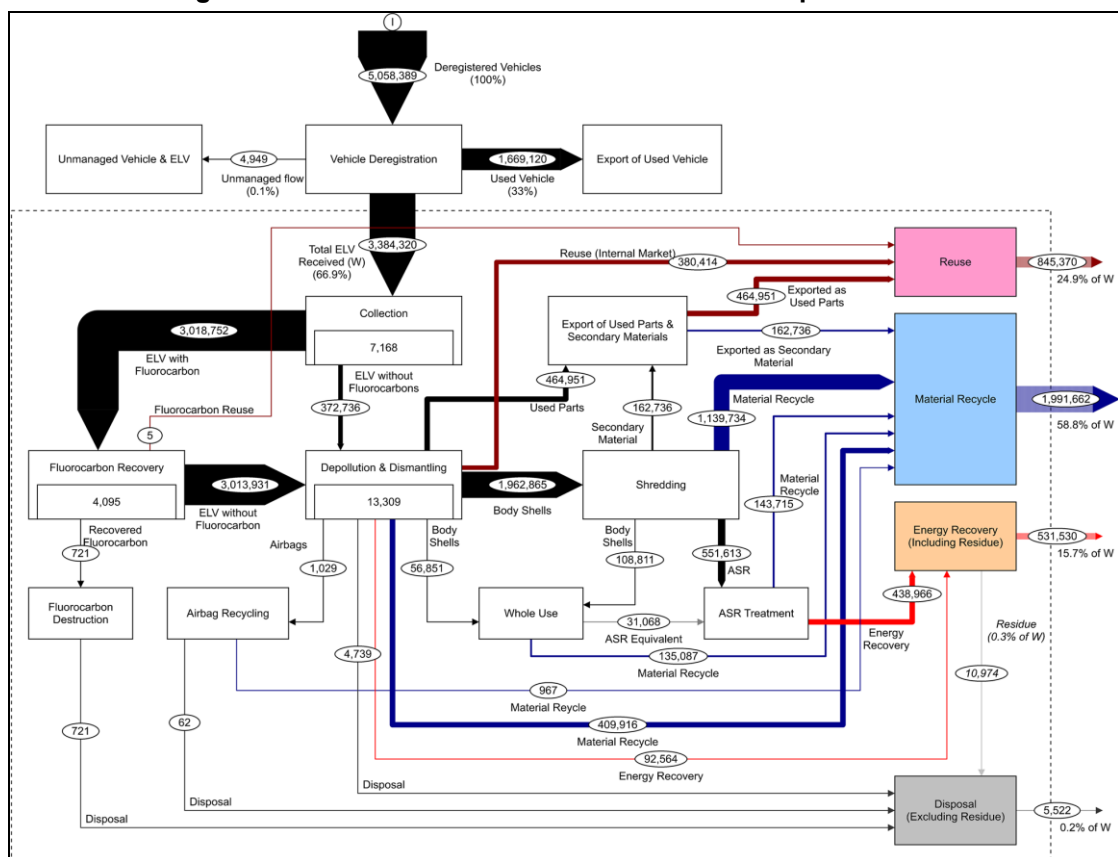
A seguir, na Figura 4 é apresentado o fluxo reverso de VFV's no Japão em 2017, considerando o estudo de BHARI, YANO e SAKAI (2021). Os valores apresentados possuem como unidade de medida a tonelada.

Neste fluxo, depois de cancelado o registro veicular, o proprietário é obrigado a entregar o veículo aos funcionários do centro de coleta, os quais encaminham

este veículo para a retirada de fluoro carbono. Em caso de ausência de fluoro carbono, o proprietário entrega o veículo direto no centro de desmontagem.

Os recuperadores de fluoro carbono encaminham este resíduo aos operadores de destruição caso este não venha a ser reutilizado, esse processo ocorre em atendimento à lei japonesa, que é direcionada para o tratamento adequado dos resíduos perigosos.

Figura 4 – Fluxo de veículos em fim de vida no Japão em 2017



Legenda: vehicle deregistration = veículo baixado; unmanaged vehicle = veículo não gerenciado; extra-EU export of used vehicle = veículo usado exportado; used vehicle = veículo usado; collection = frota; depollution = despoluição; dismantling = desmontagem; reuse = reuso; energy recovery = recuperação de energia, material recycle = reciclagem de materiais, secondary materials = materiais secundários; disposal = disposição; internal market reuse = reaproveitamento no mercado interno; exported as used parts = exportação de partes usadas; exported as secondary material = exportação como material secundário; shredding = trituração.

Fonte: BHARI, YANO e SAKAI (2021).

Os resultados entre Japão e UE foram respectivamente, de 83,17 % e 88,5 % para a taxa de reuso e reciclagem; 99,5 % e 95,6 % para a taxa de reuso, reciclagem e recuperação; 98,1 % e 69,1 % para a taxa de reciclagem e recuperação de trituração automotivo, e no Japão 94 % de reciclagem de

airbags. Neste último indicador não foram fornecidos dados da EU. A saída de veículos usados exportados e de peças exportadas não foi considerada.

A seguir, no Quadro 1, é apresentado um comparativo da gestão de VFV's no EUA, Japão e Europa, três grandes referências no tema, apontando aspectos legais e operacionais de cada sistema.

Quadro 1 – Comparação dos sistemas de gestão de veículos em fim de vida na Europa, Japão e Estados Unidos

Características	Europa	Japão	Estados Unidos
Legislação	Diretiva Europeia 2000/53/CE (a partir de 2015).	Lei de Reciclagem Veicular (a partir de 2015).	Lei Federal de Conservação de Recursos Naturais; de controle da Poluição da água; de emissões atmosféricas.
Taxa de reciclagem	Reuso e reciclagem $\geq 85\%$; reuso e recuperação $\geq 95\%$.	Reciclagem de <i>airbag</i> $\geq 85\%$; reciclagem de resíduos automotivos triturados/recuperação $\geq 70\%$.	Sem taxa específica para VFV.
Fluxo de VFV: coleta	Utiliza o princípio da subsidiariedade. Possui exportação de veículos usados. A coleta é restrita aos coletores autorizados e é emitido o certificado de destruição do veículo.	Utiliza a gestão centralizada. Possui exportação de veículos usados. A coleta é restrita aos coletores autorizados e é emitido um manifesto eletrônico de destinação final.	Utiliza o impulso de mercado. Possui exportação de veículos usados. A coleta ocorre com coletores autorizados ou não autorizados.
Fluxo de VFV: descontaminação e desmontagem	Recuperação de baterias, fluidos, catalisadores, pneus etc.; reuso de partes (baseado na demanda de mercado).	Recuperação de baterias, fluidos, catalisadores, pneus etc.; reuso de partes (baseado na demanda de mercado); pagamento pelo fluoro carbono e recuperação de <i>airbag</i> .	Recuperação de baterias, fluidos, catalisadores, pneus etc.; reuso de partes (conforme demanda de mercado).
Fluxo de VFV: trituração e tratamento do resíduo triturado	Quantidade mínima de resíduo automotivo triturado é aterrada. Valorização térmica ainda limitada e alto custo de disposição final.	Quantidade mínima de resíduo automotivo triturado é aterrada. Valorização térmica (recuperação energética) muito utilizada, alto custo de disposição final.	Sem metas específicas de reciclagem e recuperação; resíduo automotivo triturado em grande parte, custo de disposição final relativamente baixo.
Fluxo de VFV: reciclagem e fundição	Reciclagem de metal e reciclagem de plástico.	Reciclagem de metal (foco na sucata ferrosa para abastecimento como matéria-prima).	Reciclagem de metal.

Fonte: SOO *et al* (2021).

A partir do Quadro 1, pode-se observar que Europa e Japão que possuem legislações específicas para a reciclagem de VFV, apresentam dentre as características de seus sistemas de gestão, maior controle ambiental no processo de reciclagem veicular.

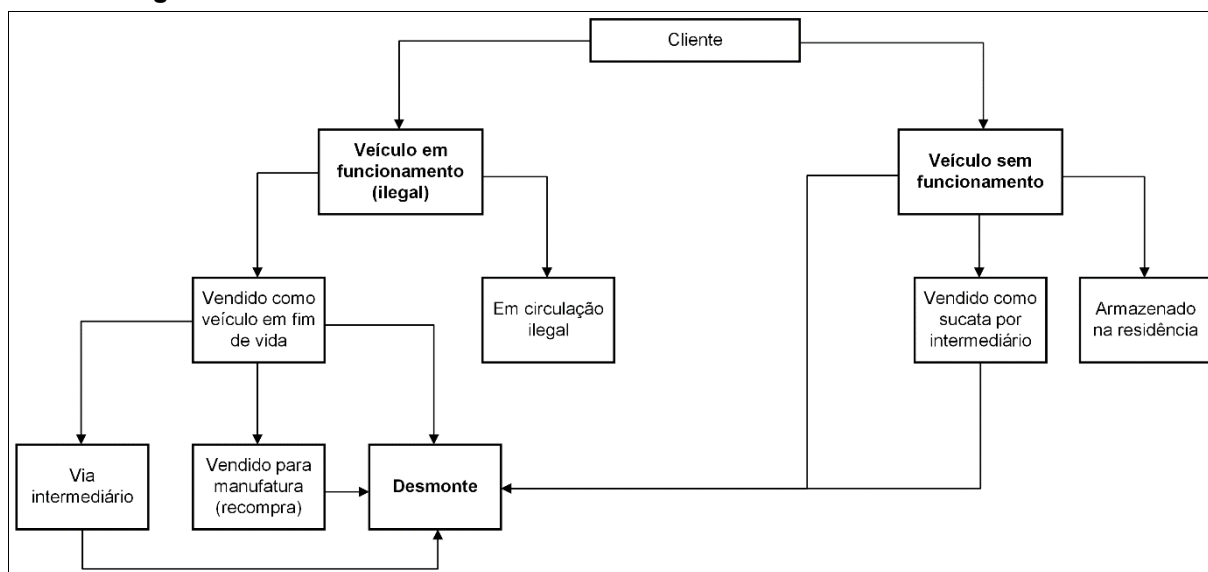
Quanto aos EUA, não são estabelecidas taxas de reciclagem para VFV's, a operação da atividade de reciclagem de VFV's se fundamenta na dinâmica de mercado sem vínculo direto com legislações específicas, mas de acordo com marcos ambientais existentes. Neste caso, a prioridade dada é no aproveitamento da sucata ferrosa em larga escala.

Na Ásia, países em desenvolvimento como a China, não deram atenção suficiente à reciclagem de veículos, resultando na perda destes veículos e em baixos níveis de tecnologias de reciclagem. Em 2019, o número de VFV's no Japão foi o dobro do número de VFV's na China (WANG *et al*, 2021).

3.2.3 Índia

Na Índia, a informalidade é muito expressiva, os VFV's acabam sendo entregues em ferros-velhos conforme apresentado na Figura 5.

Figura 5 – Gerenciamento do fluxo de veículos em fim de vida na Índia



Fonte: Adaptado de ARORA (2019)

Observa-se que ocorre um processo de desmontagem, após o qual os componentes automotivos recuperados são reformados e vendidos no mercado

de segunda mão ou o recurso material é recuperado desses componentes e enviado para reciclagem, gerando um produto de baixa qualidade (ARORA *et al*, 2019)

Embora alguns regulamentos tenham sido introduzidos para uma melhor gestão do fluxo de seus VFV's, a falta de procedimentos operacionais padrão, ambiguidade no cancelamento do registro de veículos e práticas de consumo sem informação necessária, impedem o gerenciamento eficaz destes veículos (ARORA *et al*, 2019)

Outra prática existente, refere-se quando o veículo após atingir o seu fim de vida, passa a ser explorado ilegalmente por seu proprietário, que pode vendê-lo a outro utilizador, deixar estacionado em locais livres, vendê-lo a um desmontador que opera no setor informal ou trocá-lo por um veículo novo na opção de recompra oferecida pelas concessionárias (ARORA *et al*, 2019).

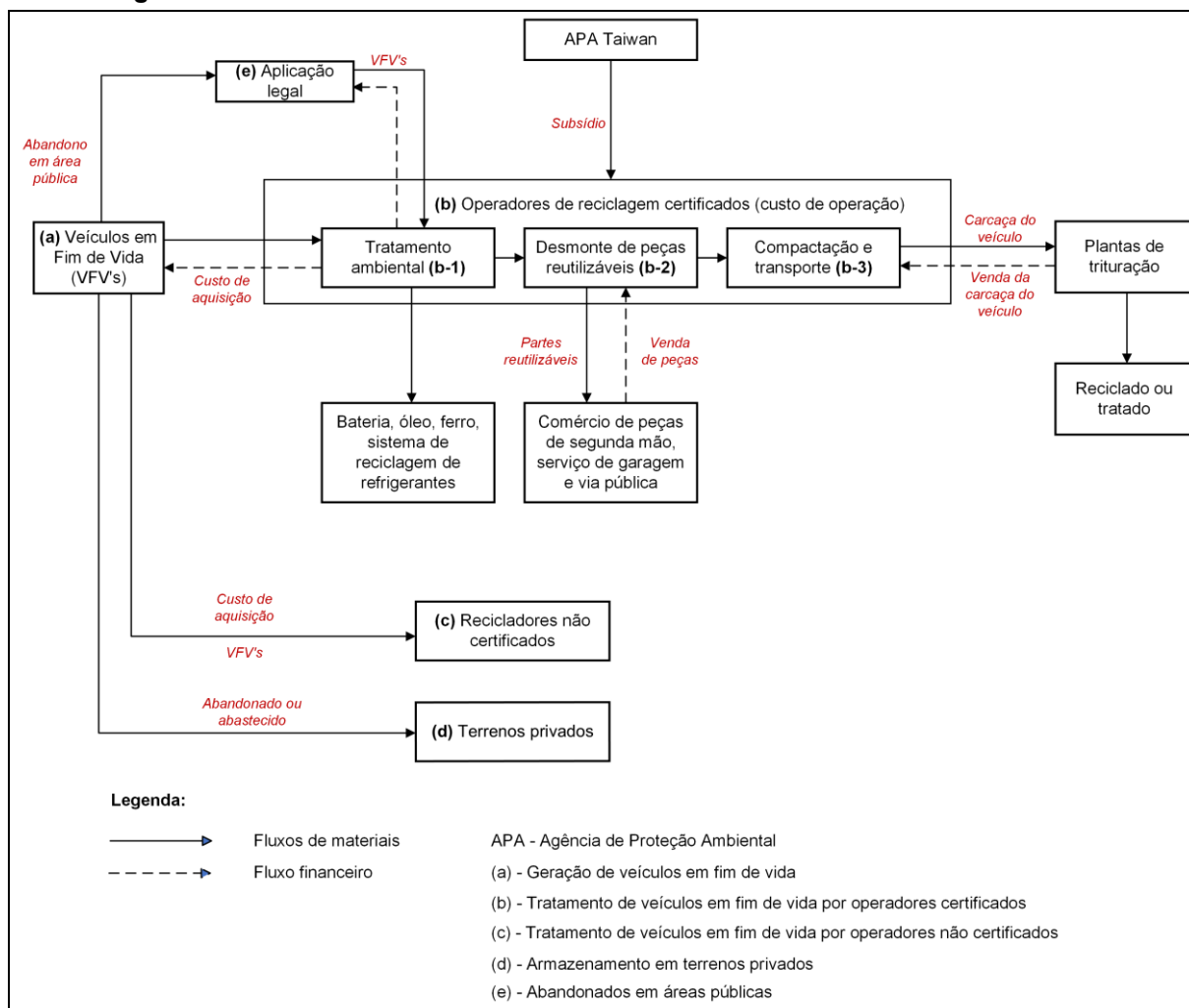
3.2.4 Taiwan

O fluxo reverso na comunidade insular de Kinmen, situada à 291 Km da ilha principal de Taiwan, é mostrado na Figura 6 e compõe-se de 5 etapas principais (a,b,c,d,e).

O fluxo inicia com a geração de VFV's no processo "(a)". O processo (b) refere-se ao tratamento e desmontagem e se divide em três etapas pelos operadores de reciclagem certificados (recebem subsídio para realizar a descontaminação), que inclui a remoção do óleo, pneus, bateria e líquido refrigerante (LIN *et al*, 2018).

Após a etapa de tratamento, a empresa remove as peças reutilizáveis, que podem ser vendidas para clientes diretamente ou para empresas relacionadas ao setor automotivo. As sobras de metal e a carcaça do veículo são enviadas aos recicladores e instalações de trituração.

Figura 6 – Gerenciamento do fluxo de veículos em fim de vida em Taiwan



Fonte: Adaptado de LIN *et al* (2018)

Na Figura 6, também são apresentados os fluxos informais, especificamente no processo (c) onde ocorre o tratamento com recicladores não certificados, no processo (d) em que ocorre o abandono em terrenos privados, e no processo (e) onde ocorre o abandono em área pública.

Em Taiwan, 68 % dos desmontes são certificados, enquanto em Kinmen são 33 %. O fluxo para a reciclagem não certificada nesta comunidade é mais significativo, neste caso, os operadores de reciclagem não certificados não realizam o pré-tratamento ambiental, assim, apresentam um menor controle sobre os materiais perigosos (LIN *et al*, 2018).

3.3 Frota circulante

3.3.1 Breve histórico

As pesquisas sobre a frota circulante de veículos automotores no Brasil ganharam força na década de oitenta com a Resolução Conama nº 18 de 1986, que tem como um de seus objetivos reduzir os níveis de emissão de poluentes por veículos automotores para atender os padrões de qualidade do ar, especialmente nos centros urbanos (BRASIL, 1986).

A instituição do Programa de Controle da Poluição do Ar por Veículos Automotores (PROCONVE) (BRASIL, 1986) impulsionou uma série de levantamentos da frota, considerando os diferentes ciclos de funcionamento dos motores de combustão interna dos veículos novos, além de sua massa total veicular.

Em 2002, o PROCONVE foi reforçado pelo Programa de Controle da Poluição do Ar por Motociclos e Veículos Similares (PROMOT), logo após a implementação do controle de emissões por veículos leves (BRASIL, 2002).

Ainda na década de oitenta, surge também o Programa Nacional de Controle de Qualidade do Ar (PRONAR), que cria o Inventário Nacional de Fontes e Emissões com o objetivo de desenvolver metodologias para o cadastramento, estimativa de emissões e processamento dos dados referentes às fontes de poluição do ar (BRASIL, 1989).

O 1º Inventário Nacional de Fontes e Emissões Atmosféricas por Veículos Automotores Rodoviários foi publicado em 2011, tendo como um de seus destaques a metodologia de cálculo da frota circulante, que utiliza curvas de sucateamento teóricas aplicadas aos volumes de vendas de veículos novos (BRASIL, 2011).

Essa metodologia se tornou referência para estados e municípios utilizarem na elaboração de Planos de Controle de Poluição Veicular (PCPV's), direcionados para a avaliação de veículos de uso intenso (leves comerciais, pesados e táxis) conforme previsto na Resolução Conama nº 418 de 2009 (BRASIL, 2009).

A primeira recomendação deste inventário reside na forma de calibração dessas curvas, pois em condições metodológicas ideais seria feita pela comparação dos dados de frota registrada com os dados de veículos novos licenciados anualmente pelos Departamentos Estaduais de Trânsito (DETRAN's) (BRASIL, 2011).

A segunda recomendação incide nos dados a serem comparados, pois os registros nos DETRAN's podem superestimar o número de veículos em circulação, seja por possíveis duplas contagens em localidades diferentes ou porque muitos dos que já não circulam ainda não tiveram seus registros cancelados, existindo assim, a demanda pela correção dessas distorções (BRASIL, 2011).

O 2º Inventário, publicado em 2013, manteve a metodologia de cálculo de frota circulante do 1º Inventário, reiterando suas recomendações (BRASIL, 2013). O 3º Inventário lançado em 2015 apresentou como principais diferenças o acréscimo das motocicletas e a desagregação dos ônibus em ônibus urbanos e rodoviários e dos caminhões em caminhões leves, médios e pesados (BRASIL, 2015).

Este inventário estimou o sucateamento dos veículos a partir de duas curvas, uma aplicada no caso dos automóveis, veículos comerciais leves, caminhões e ônibus e a outra, no caso das motocicletas. Os resultados consideraram a vida máxima para cada veículo de 53 anos (BRASIL, 2015).

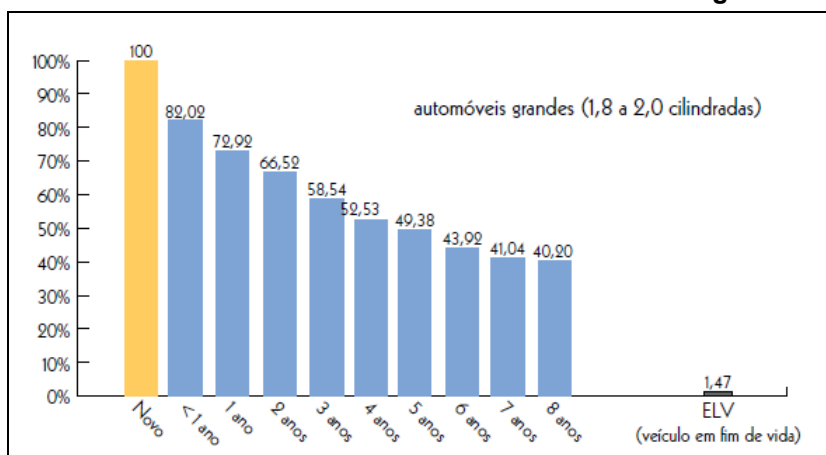
O 4º e último inventário, publicado em 2020, ajustou as curvas de sucateamento aplicando os dados de Danos Pessoais Causados por Veículos Automotores de Via Terrestre (DPVAT), possibilitando uma modelagem mais apurada sobre os veículos que saem de circulação (BRASIL, 2020).

Essas atualizações contribuem para a melhoria dos dados nos Inventários Nacionais de GEE que compõem a cada quatro anos o documento de Comunicação Nacional submetida à Convenção-Quadro das Nações Unidas sobre mudança do clima, compromisso que o Brasil assumiu no Decreto Federal nº 2.652 de 1998 (BRASIL, 1998).

O desenvolvimento de pesquisas sobre a frota circulante, não apenas com vistas à redução de GEE, mas também com vistas à futura geração de resíduos veiculares não poderia ser mais relevante no cenário atual, em que programas de renovação da frota começam a ser modelados e utilizam como um de seus principais parâmetros o valor econômico residual do veículo.

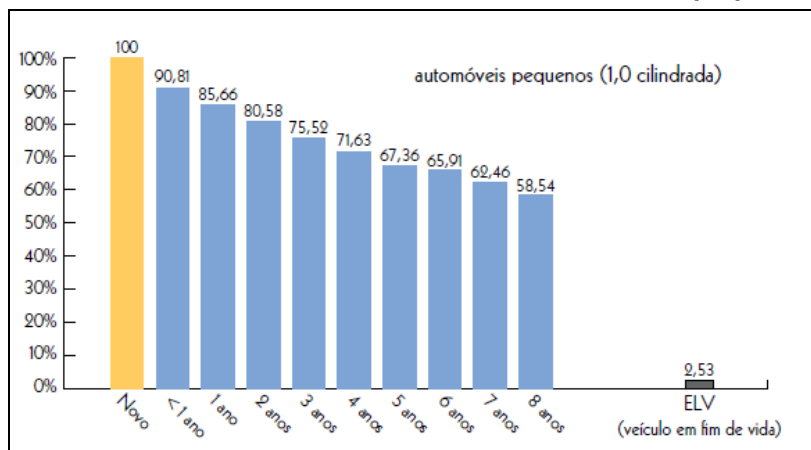
Segundo o estudo de Castro (2012), o valor de mercado também é uma forma indireta de estimar o fim de vida de um veículo. Os preços de mercado das sucatas metálicas e a composição em peso de cada um dos materiais em um veículo permitem conhecer o valor residual de mercado das sucatas extraídas de um VFV (CASTRO, 2012), valores que são mostrados nas Figuras 7 e 8 abaixo:

Figura 7 – Valor residual da sucata metálica de um automóvel grande no Brasil



Fonte: CASTRO (2012)

Figura 8 – Valor residual da sucata metálica de um automóvel pequeno no Brasil



Fonte: CASTRO (2012)

Assim, o fim de vida também pode ser estabelecido a partir do sucateamento econômico do veículo, para automóveis grandes o valor residual obtido foi de 1,47 % do valor de um veículo novo, para automóveis pequenos o valor é de 2,53 % (CASTRO, 2012). Esses veículos se tornam propensos a saírem de circulação.

Após oito anos de uso, estes veículos se encontram na sua fase final de vida, por mais que tenha um valor residual, sua comercialização é difícil no Brasil. Além disso, os demais materiais (plásticos, vidros, tecidos etc.), possuem valor residual muito inferior aos metais, devido à sua dificuldade de reciclagem (CASTRO, 2012).

De outro modo, outros autores utilizam taxas de reciclagem de outros países aplicando estas sobre a frota nacional para estimar a quantidade de veículos que deixam de circular. Em estudos publicados, é possível encontrar a utilização de taxas de sucateamento de entidades setoriais ou taxas de reciclagem automotiva baseadas em estudos de mercado.

Neste contexto, modelos preditivos estudados podem auxiliar em previsões para cada finalidade, entretanto, estes modelos demandam aperfeiçoamentos, assim, abordagens inteligentes considerando vários fatores se fazem necessárias ao longo do tempo (FANG et al, 2018).

Para o cômputo da massa de resíduos é necessário definir a classificação a ser utilizada pois existem diferenças substanciais entre elas. A classificação oficial no país é a do Código de Trânsito Brasileiro (CTB), que trouxe as definições das tipologias veiculares conforme as características de tração, espécie e categoria, é o marco regulatório da frota circulante no Brasil (BRASIL, 1997).

Pela categoria veicular, o CTB expõe a quantidade de quilogramas que contempla diferentes tipos de veiculares, também define a massa por tipologia, por exemplo, considera até 3.500 Kg para caminhonete e acima de 3.500 Kg para caminhão.

No âmbito das análises do PROCONVE, a classificação de frota é definida a partir do limite máximo de emissões, e a partir dessa classificação, é limitada a massa veicular conforme Anexo I da citada Resolução como:

“Veículo leve: veículo rodoviário automotor de passageiros, de carga ou de uso misto, com capacidade para transportar até doze passageiros ou com massa total máxima igual ou inferior a 2.800 quilogramas (BRASIL, 1986)”; e

“Veículo pesado: veículo rodoviário automotor de passageiros, de carga ou de uso misto, com capacidade para transportar mais que doze passageiros ou com massa total máxima superior a 2.800 quilogramas (BRASIL 1986)”.

Outra abordagem, se refere a Resolução do Conselho Nacional de Trânsito (CONTRAN) nº 798 de 2020, que dispõe sobre requisitos técnicos mínimos para a fiscalização da velocidade de veículos automotores, elétricos, reboques e semirreboques, e conceitua veículos leves e pesados de maneira distinta conforme exposto no seu artigo 12, § 1º que dispõe:

I - VEÍCULO LEVE - ciclomotor, motoneta, motocicleta, triciclo, quadriciclo, automóvel, utilitário, caminhonete e camioneta, com peso bruto total inferior ou igual a três mil e quinhentos quilogramas; e

II - VEÍCULO PESADO - ônibus, microônibus, caminhão, caminhão-trator, trator de rodas, trator misto, chassi-plataforma, motor-casa, reboque ou semirreboque, combinação de veículos, veículo leve tracionando outro veículo, ou qualquer outro veículo com peso bruto total superior a três mil e quinhentos quilogramas (BRASIL, 2020)”.

Portanto, diferentes normas legais podem trazer conceitos distintos de acordo com sua finalidade de aplicação, em complemento, adotar os valores de massa fornecidos pelos fabricantes, de acordo com o modelo do veículo também seria uma alternativa.

Em uma análise de pós-consumo, contexto deste trabalho, é preciso considerar as perdas que ocorrem ao longo da vida do veículo em circulação, desgastes e substituição de componentes que podem alterar sua massa quando estes atingem seu fim de vida.

O tratamento estatístico da frota, as variáveis de análise e a transparência e compatibilidade entre bases de dados são passos muito importantes para avançar com os estudos de sucateamento da frota na perspectiva dos resíduos veiculares, e por isso, neste trabalho priorizou-se os valores de massa líquida medida, utilizada em editais processos de leilão de veículos sucata inservíveis no Estado de Minas Gerais.

3.3.2 Caracterização da frota circulante em Minas Gerais

A frota ativa no Registro Nacional de Veículos Automotores (RENAVAM) (BRASIL, 1997), registro que reúne todo o histórico de dados dos veículos que circulam no país, é a frota circulante, ou seja, a frota em vida. Os veículos automotores são definidos pelo CTB em seu Anexo I como:

VEÍCULO AUTOMOTOR - todo veículo a motor de propulsão que circule por seus próprios meios, e que serve normalmente para o transporte viário de pessoas e coisas, ou para a tração viária de veículos utilizados para o transporte de pessoas e coisas. O termo compreende os veículos conectados a uma linha elétrica e que não circulam sobre trilhos (ônibus elétrico) (CTB, 1997).

A Secretaria Nacional de Trânsito (SENATRAN) é o órgão máximo executivo do Sistema Nacional de Trânsito (SNT) e possui autonomia administrativa, técnica e jurisdição sobre todo o território brasileiro (BRASIL, 2023).

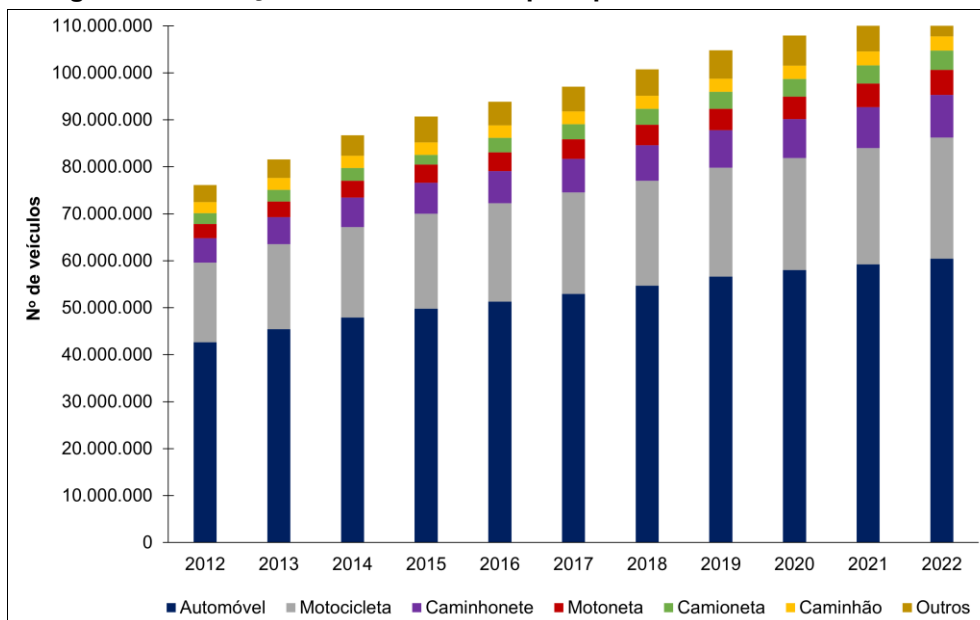
Uma de suas atribuições conforme o art. 19 do CTB, especificamente em seu inciso X é “organizar a estatística geral de trânsito no território nacional, definindo os dados a serem fornecidos pelos demais órgãos e promover sua divulgação” (BRASIL, 1997).

As estatísticas são publicadas por mês e a frota pode ser pesquisada a partir de diferentes abordagens seja, por tipo, ano de fabricação, modelo, combustível dentre outras de interesse em sua caracterização, a nível estadual ou municipal. São 21 tipos veiculares considerados, suas definições são apresentadas no CTB (BRASIL, 1997).

Na última década, 94 % da frota nacional foi representada por apenas 6 tipos de veículos conforme Figura 9. A alargada participação de automóveis em

2022 com 52,52 % (60.4592.90 milhões) e das motocicletas com 22,27 % (25.746.762 milhões) da frota nacional (BRASIL, 2022), faz destes veículos protagonistas nos estudos de mobilidade rodoviária.

Figura 9 – Evolução da frota nacional por tipo de veículo de 2012 a 2022



Fonte: adaptado de BRASIL (2022)

Na sequência, estão as camionetes com 7,89 % (9.078.740 milhões), motonetas com 4,67 % (5.372.584 milhões), camionetas com 3,56 % (4.102.821 milhões) e caminhões com 2,63 % (3.022.315 milhões) (BRASIL, 2022).

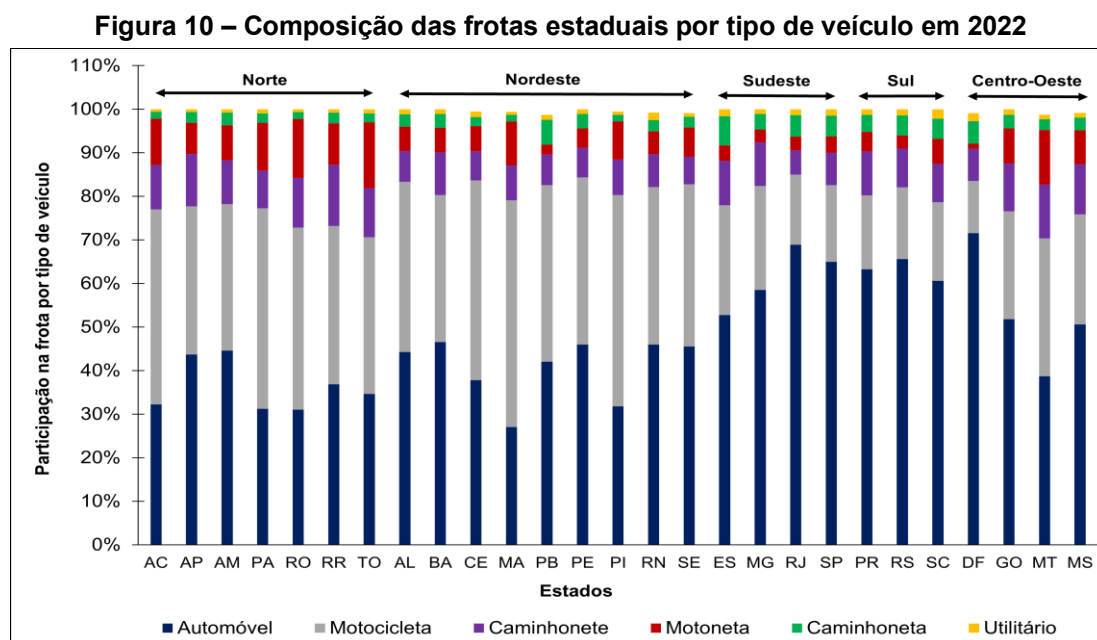
Entre os demais tipos tidos como “outros”, os mais populares são ônibus e microônibus que somam 1% da frota, utilitários com 1,25 % e reboques e semirreboques que tiveram rápido crescimento alcançando 2,91 % da frota em 2022 (BRASIL, 2022).

Com exceção da queda de camionetas em 2015, o crescimento permaneceu. No período crítico da pandemia da Covid-19 (entre 2020 e 2021) este crescimento foi desacelerado, os principais efeitos consistiram nas paralisações de fábricas por falta de componentes, e o persistente aumento de preços dos produtos importados, que perdura desde março de 2021 (BCB, 2022).

O financiamento de veículos é um dos principais motivos de concessão de crédito, tanto para pessoa física (PF) quanto para pessoa jurídica (PJ) (BCB, 2021), assim, em períodos de ocorrência de preços inflacionados, o consumo de veículos é retraído e as vendas desaceleram.

A região Sudeste representa 48 % da frota, o Sul participa com 19 %, o Nordeste com 18 %, Centro-Oeste com 10 % e a região Norte com 6 %. São Paulo, Minas Gerais, Paraná e Rio Grande do Sul juntos ultrapassam metade da frota nacional conforme é apresentado na Figura 10. Se somados ao Rio de Janeiro, Santa Catarina, Bahia e Goiás, o alcance é de 73 % da frota total, que contabiliza pouco mais de 115 milhões de veículos (BRASIL, 2022).

Pela Figura 10, observa-se que nas regiões Norte e Nordeste predominam as motocicletas, superando os automóveis no Ceará, Piauí, Acre, Pará, Rondônia, Tocantins e Maranhão, este último com 52,01 % de motocicletas. Minas Gerais tem 58,53 % de automóveis, 23,88 % de motocicletas, 9,99 % de caminhonetes, 3,54 % de caminhonetes, 2,98 % de motonetas e 1,08 % de utilitários (BRASIL, 2022).



Além de Minas Gerais, nas demais regiões geográficas, os automóveis participam com grande superioridade dos demais tipos veiculares, com

exceção do Mato Grosso, os demais Estados das regiões Sudeste, Sul e Centro-Oeste possuem mais da metade de sua frota de automóveis, com destaque para o Distrito Federal com 71,56 % (BRASIL, 2022).

São Paulo é o protagonista no tamanho da frota entre os Estados com pouco mais de 32 milhões de veículos, na vice-liderança está Minas Gerais, que obteve a maior variação de novos emplacamentos do Sudeste na última década, alcançando 13 milhões de veículos registrados em 2022 (BRASIL, 2022).

Minas Gerais é o Estado com mais municípios do país e o segundo mais populoso, são 853 municípios em sua grande maioria rurais adjacentes e predominantemente urbanos. Essa forma de aglomeração do espaço interfere diretamente na frota, pois áreas urbanas concentram mais veículos que áreas rurais (IBGE, 2017).

O Estado é dividido em 12 Mesorregiões segundo critérios sociais, ambientais, de comunicação e lugares como elemento da articulação espacial. Esta divisão auxilia na elaboração de políticas públicas, nas decisões na localização de atividades econômicas, sociais e tributárias, e no planejamento, estudo e identificação de regiões metropolitanas e outras formas de aglomerações urbanas e rurais (MINAS GERAIS, 2022).

Em 2021, apenas 3 Mesorregiões responderam por 61,14 % da frota estadual, com destaque para a região Metropolitana de Belo Horizonte com 36,23 % conforme mostrado na Tabela 2. A saturação da frota circulante nos grandes centros urbanos é um motivador para que outras alternativas de mobilidade sejam implementadas em vistas da sustentabilidade no contexto das cidades.

A mobilidade como serviço e a mobilidade compartilhada são tendências no setor de transporte, carros de aluguel por exemplo, permitem reduzir a posse de veículos por famílias. Se planejados com a infraestrutura de transportes urbanos, em especial a coletiva, podem impactar significativamente a mobilidade e economia nas grandes cidades, o consumo de combustíveis e os níveis de poluição local (EPE, 2020).

Tabela 2 – Participação das Mesorregiões na frota de Minas Gerais em 2021

Mesorregiões	Nº de municípios	Frota	Participação na frota estadual
Metropolitana de Belo Horizonte	105	4.453.813	36,23%
Triângulo Mineiro/Alto Paranaíba	66	1.633.208	13,29%
Sul/Sudoeste de Minas	132	1.429.258	11,63%
Zona da Mata	143	1.225.183	9,97%
Vale do Rio Doce	101	816.546	6,64%
Oeste de Minas	58	812.836	6,61%
Norte de Minas	89	720.689	5,86%
Campo das Vertentes	36	338.646	2,75%
Central Mineira	30	253.333	2,06%
Jequitinhonha	51	253.155	2,06%
Noroeste de Minas	19	213.820	1,74%
Vale do Mucuri	23	142.541	1,16%

Fonte: adaptado de BRASIL (2021), IBGE (2021).

Segundo a Organização das Nações Unidas (ONU), 55 % da população global vive em áreas urbanas e essa proporção pode alcançar 70 % até 2050, situação que demanda mais infraestrutura, que inclui rodovias e outros serviços e conseqüentemente o aumento da frota circulante (UN, 2022).

Em Minas Gerais, os municípios de maior frota também são os mais populosos (IBGE, 2021), na falta de alternativas para a mobilidade, o cenário é preocupante, em países emergentes, o desafio é evitar o aumento da mobilidade de passageiros demasiadamente centrada no uso do automóvel (EPE, 2020), protagonista do transporte para os brasileiros.

Em 2022, a capital mineira registrou a maior taxa de motorização do país com 104,48 %, um marco em todo seu histórico monitorado, o número de veículos em circulação superou sua população. A saturação de sua frota vem sendo sinalizada desde 2018, quando Belo Horizonte passou a liderar a taxa de motorização entre as 27 capitais brasileiras (BRASIL, 2022).

As taxas entre países são divulgadas pela *International Organization of Motor Vehicle Manufacturers* (OICA) (Organização Internacional dos Fabricantes de Veículos Automotores), em seu último levantamento realizado entre 2005 e 2015, o Brasil obteve a maior taxa de motorização da América do Sul, ficando atrás da China, Japão, França, Alemanha, Itália, Reino Unido, Rússia, Estados

Unidos, e a frente de Espanha, México, Canadá, Índia, e outros países menos expressivos (OICA, 2022).

O aumento continuado das taxas mesmo com o aumento da população na última década evidencia o acelerado consumo de veículos automotores. As três maiores frotas municipais do país, São Paulo, Belo Horizonte e Rio de Janeiro, juntas, superam a frota total do Nordeste (BRASIL, 2022).

A seguir na Tabela 3, estão apresentadas as maiores e menores frotas municipais para cada Mesorregião do Estado de Minas Gerais e os respectivos municípios que as representam. As variações máximas e mínimas registradas correspondem aos dados estatísticos de frota do levantamento da SENATRAN no ano de 2021.

Tabela 3 – Frotas municipais por Mesorregiões de Minas Gerais em 2021

Mesorregiões	Maior Frota	Município	Menor Frota	Município
Metropolitana de Belo Horizonte	2.304.404	Belo Horizonte	495	São Sebastião do Rio Preto
Triângulo Mineiro/Alto Paranaíba	487.814	Uberlândia	660	Grupiara
Sul/Sudoeste de Minas	116.838	Poços de Caldas	594	Consolação
Zona da Mata	287.787	Juiz de Fora	525	Paiva
Vale do Rio Doce	160.765	Ipatinga	670	Nacip Raydan
Oeste de Minas	150.535	Divinópolis	707	Doresópolis
Norte de Minas	228.357	Montes Claros	341	Itacambira
Campo das Vertentes	70.979	Barbacena	878	Santana do Garambéu
Central Mineira	48.784	Curvelo	268	Monjolos
Jequitinhonha	24.172	Capelinha	715	Salto da Divisa
Noroeste de Minas	57.977	Unaí	957	Uruana de Minas
Vale do Mucuri	63.298	Teófilo Otoni	583	Umburatiba

Fonte: adaptado de BRASIL (2021) e IBGE (2021).

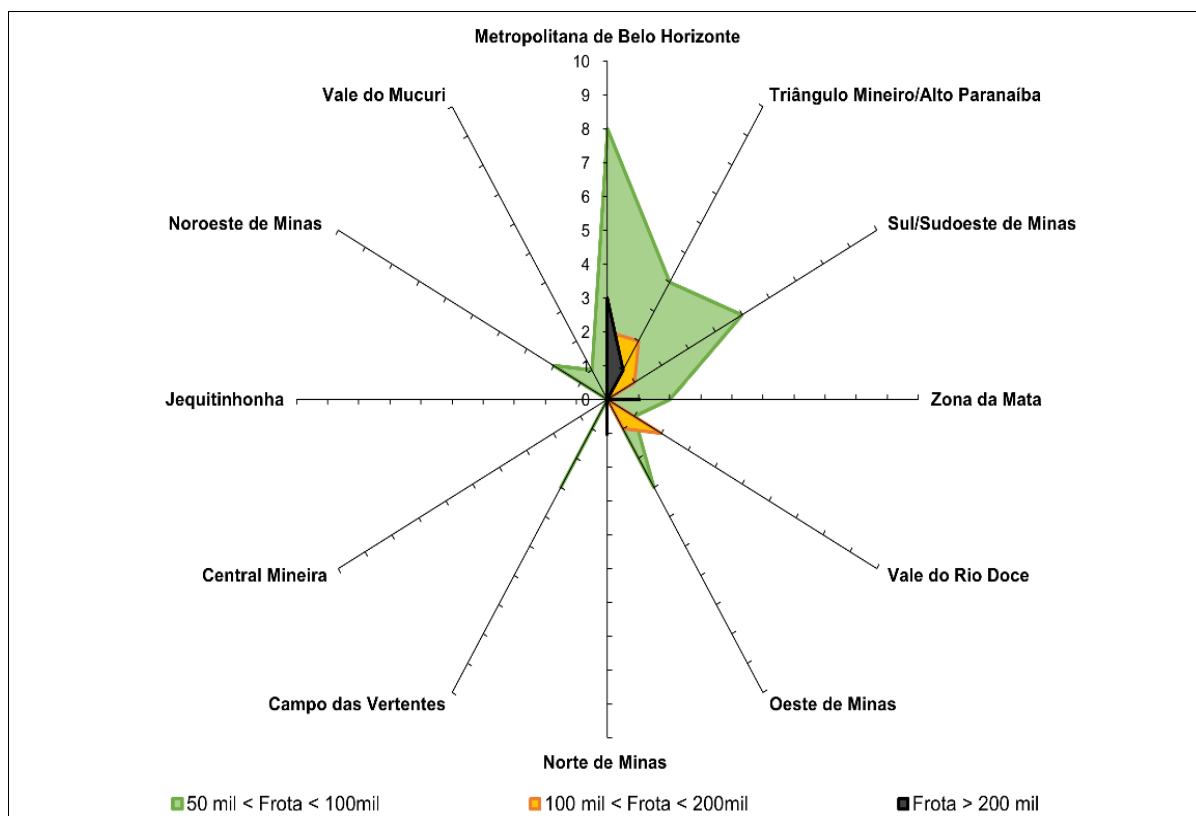
Considerando as 12 maiores frotas municipais do Estado, 05 municípios se repetem por serem também as maiores frotas de suas mesorregiões, são eles na seguinte ordem, Belo Horizonte (1º), Uberlândia (2º), Juiz de Fora (4º), Montes Claros (6º), Ipatinga (8º) e Divinópolis (9º) (BRASIL, 2022).

Contagem (3º), Uberaba (5º), Betim (7º), Governador Valadares (10º), Sete Lagoas (11º) e Patos de Minas (12º), compõem o restante das grandes frotas

municipais do Estado, e integram as mesorregiões Metropolitana de Belo Horizonte, Triângulo Mineiro/Alto Paranaíba e Vale do Rio Doce. Todos os 12 municípios citados mantiveram suas posições no ano de 2022 (BRASIL, 2022).

As parcelas das frotas agrupadas por diferentes intervalos entre as mesorregiões são apresentadas nas Figuras 11 e 12, de maneira a visualizar com mais amplitude a concentração de frotas de maior tamanho e as frotas que são menores.

Figura 11 – Distribuição da frota mineira acima de 50 mil veículos por Mesorregiões em 2021



Fonte: adaptado de BRASIL (2021).

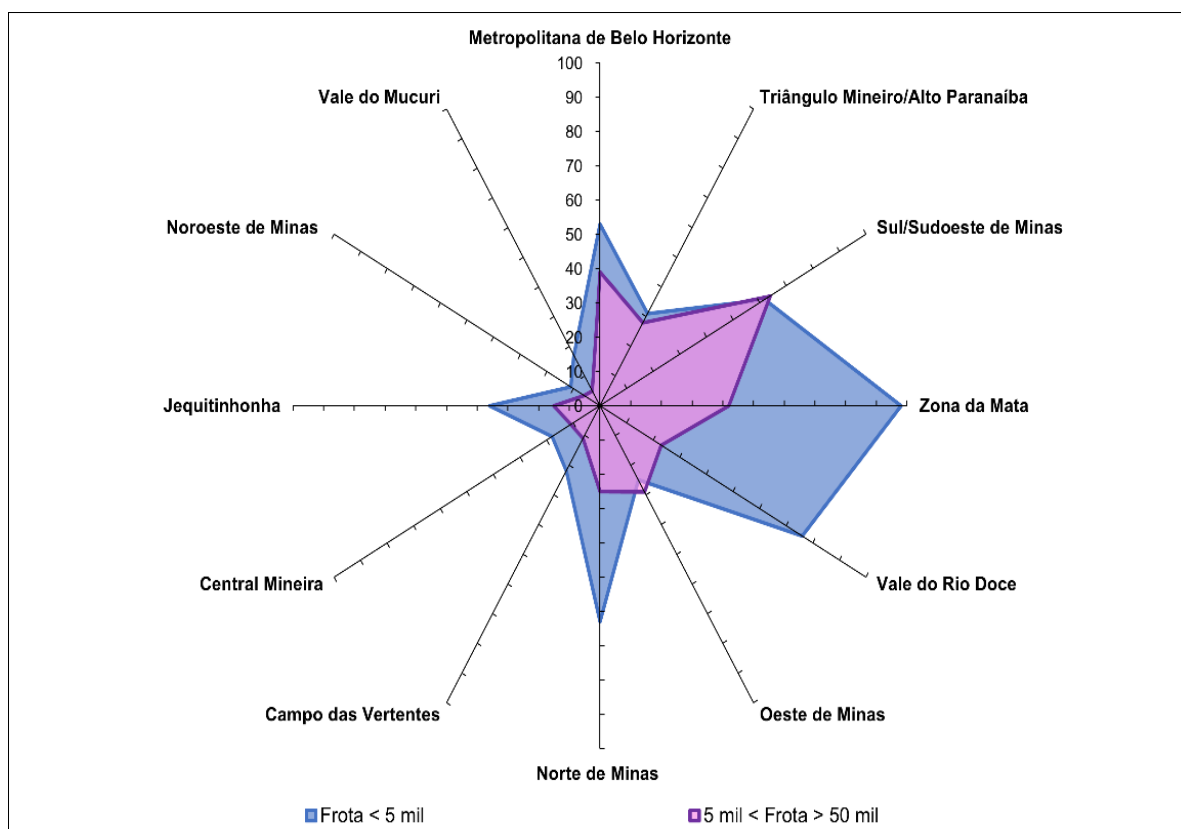
Somente 6 municípios apresentaram frotas acima de 200 mil veículos, 8 municípios com frota entre 100 mil e 200 mil veículos e 29 municípios com frota de 50 mil a 100 mil veículos. As mesorregiões de maior participação são a Metropolitana de Belo Horizonte, o Triângulo Mineiro e Alto Paranaíba e Sul/Sudoeste de Minas respectivamente (IBGE, 2021; BRASIL, 2021).

As mesorregiões Zona da Mata, Vale do Rio Doce, Oeste de Minas, Norte de Minas, Campo das Vertentes, Noroeste de Minas e Vale do Mucuri foram

representadas em menor quantidade. Central Mineira e Jequitinhonha não possuem municípios com frotas acima de 50 mil veículos (IBGE, 2021; BRASIL, 2021).

A Figura 12, retrata a realidade de 810 municípios, ou seja, 95 % do Estado. Estes municípios possuem frotas inferiores a 50 mil veículos (BRASIL, 2021), apresentando variações na medida que se permeia a transição espacial do rural para o urbano, entre áreas remotas e adjacentes, a frota é alterada substancialmente.

Figura 12 – Distribuição da frota mineira abaixo de 50 mil veículos por Mesorregiões em 2021



Fonte: adaptado de BRASIL (2021).

Para frotas entre 5 mil e 50 mil, as mesorregiões Sul/Sudoeste de Minas, Zona da Mata, Metropolitana de Belo Horizonte e Oeste de Minas foram os destaques, com 64, 42, 39 e 29 municípios respectivamente.

Para frotas abaixo de 5 mil veículos, as mesorregiões de maior participação foram Zona da Mata, Vale do Rio Doce, Norte de Minas e Sul/Sudoeste de

Minas, com 98, 76, 63 e 62 municípios respectivamente (IBGE, 2021; BRASIL, 2021).

3.3.3 Aspectos do levantamento de dados de frota circulante

Duas formas de acesso à dados de frota circulante disponibilizados gratuitamente tem sido utilizadas em pesquisas, a primeira refere-se a utilização de estatísticas governamentais como apresentado no subtítulo anterior e a segunda refere-se as estatísticas divulgadas em relatórios anuais de entidades do setor automotivo.

As bases de dados governamentais das frotas nacional, regionais, estaduais e municipais consideram os veículos automotores emplacados, ou seja, a frota registrada como a frota circulante (BRASIL, 2022).

Os levantamentos setoriais são publicados em formatos de anuários mais detalhados ou como relatórios de frota simplificados, não seguem um padrão de classificação seguido por todas as entidades. Na grande maioria deles, a frota circulante composta por autoveículos refere-se a frota de automóveis, comerciais leves, caminhões e ônibus (ANFAVEA, 2022).

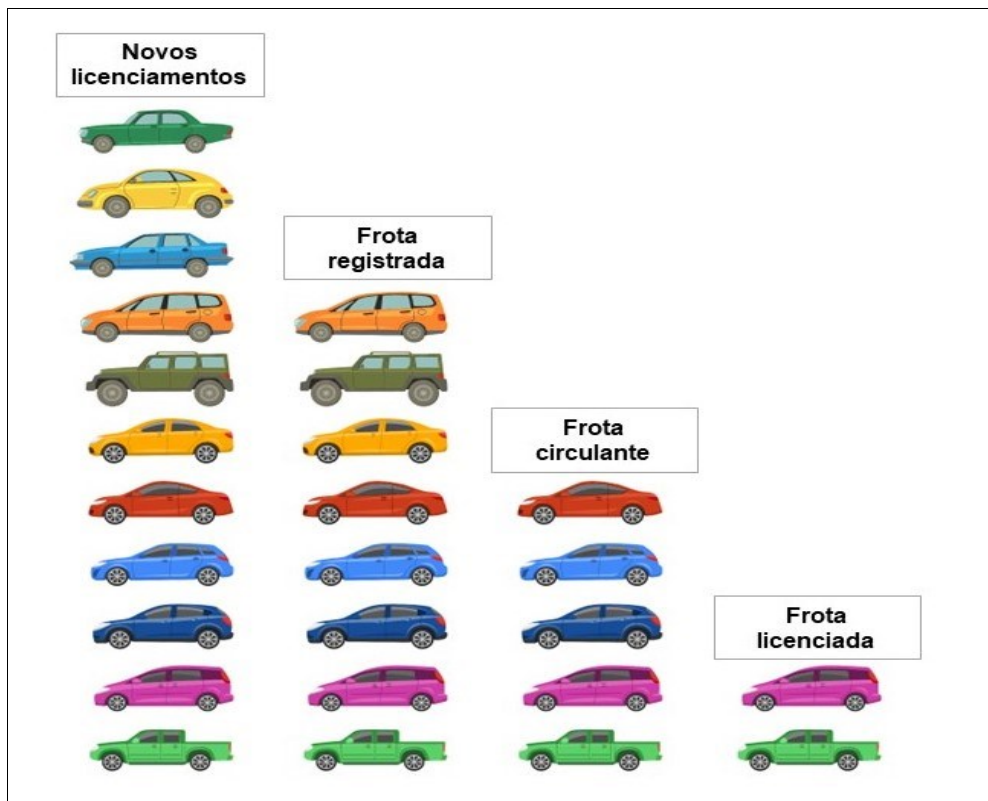
O Relatório de emissões veiculares do Estado de São Paulo na sua versão do ano de 2013 e de 2020 apresenta 4 definições de frota, ilustradas na Figura 13, são elas a frota de veículos novos, a frota registrada, a frota licenciada e a frota circulante (SÃO PAULO, 2013; 2020).

A frota de veículos novos é definida como o conjunto de veículos que receberam o primeiro licenciamento no órgão de trânsito quando novos e a frota registrada é o conjunto de veículos que receberam o primeiro licenciamento no órgão de trânsito quando novos e constam como existentes, com seus registros ativos (SÃO PAULO, 2013; 2020).

A frota licenciada é o conjunto de veículos que estão com a documentação e impostos regularizados e, portanto, em circulação. Por frota circulante, entende-se ser o conjunto de veículos que se estima estar circulando, independente de constar nos registros do órgão de trânsito, calculada a partir

das vendas de veículos novos nos últimos 40 anos e submetida às curvas de sucateamento (SÃO PAULO, 2013; 2020).

Figura 13 – Representação esquemática das frotas consideradas em São Paulo



Fonte: adaptado de SÃO PAULO (2013; 2020).

É esperado que a frota circulante seja maior que a frota licenciada, pois parte dos veículos circulam sem licenciamento, e menor que a registrada, uma vez que ela estima o sucateamento de parte dos veículos vendidos ao mesmo tempo. Estes relatórios, atentam para as incertezas incorporadas na frota circulante como consequências de ajustes estatísticos (SÃO PAULO, 2013; 2020)

Na Tabela 4 é mostrado o quantitativo das frotas circulantes da Associação Nacional dos Fabricantes de Veículos Automotores (ANFAVEA) e do Sindicato Nacional da Indústria de Componentes para Veículos Automotores (SINDIPEÇAS), comparadas com a frota circulante da SENATRAN em 2021 por tipo veicular:

Tabela 4 – Comparativo da frota circulante SENATRAN, ANFAVEA E SINDIPEÇAS em 2021

Tipo de veículo	Bases de dados utilizadas			Variação	
	SENATRAN (1)	ANFAVEA (2) ²	SINDIPEÇAS (3)	Δ (1)(2)	Δ (1)(3)
Automóveis	59.242.869	37.910.819	38.235.585	-36 %	-35 %
Motocicletas	24.732.701	-	12.870.983	-48 %	-
Caminhões	3.744.022	2.059.053	2.110.811	-45 %	-44 %
Ônibus	1.099.159	326.241	385.573	-70 %	-65 %

Fonte: ANFAVEA (2021), SENATRAN (2021) e SINDIPEÇAS (2021)

Estas fontes são as principais referências utilizadas, portanto, as diferenças expressivas entre as respectivas frotas reforça a necessidade de se desenvolver critérios na escolha dos dados a serem utilizados em novos estudos, pois variações desta ordem, podem comprometer sobremaneira previsões futuras de VFV's.

Quanto a idade média de fabricação ou idade de uso, o último relatório de frota circulante nacional elaborado pelo SINDIPEÇAS mostrou que a frota total composta por automóveis, comerciais leves, caminhões e ônibus atingiu a idade média de 10 anos e 3 meses em 2021, e a de motocicletas 8 anos e 5 meses (SINDIPEÇAS, 2021).

A grande parcela da frota, com 57,4 % apresentou entre 6 e 15 anos de idade (26,8 milhões de veículos), 24,2 % da frota para idade de até 5 anos (11,3 milhões) e 18,3 % da frota com veículos de 16 anos ou mais (8,5 milhões) (SINDIPEÇAS, 2021). Na Tabela 5, são apresentadas as idades por tipo de veículo, demonstrando em cada um deles a proporção de envelhecimento:

Tabela 5 – Idade média da frota nacional por tipo veicular de 2010 a 2021

Idade média (anos)	Participação de veículos por tipo			
	Automóveis	Comerciais leves	Caminhão	Ônibus
<5	23,5%	30,8%	20,2%	19,4%
≥ 6 e ≤ 15	57,1%	61,7%	51,9%	59,1%
≥ 16	19,4%	7,5%	28,0%	21,5%

Fonte: SINDIPEÇAS (2021)

² Não foram encontrados dados para a tipologia motocicletas na fonte ANFAVEA, a qual divulga somente dados de veículos de quatro rodas. Veículos de duas rodas são reportados pela Associação Brasileira dos Fabricantes de Motocicletas, Ciclomotores, Motonetas, Bicicletas e Similares - ABRACICLO, que para o ano considerado reportou os mesmos dados da SENATRAN, por isso não foi mencionada.

A publicação da Lei nº 14.440 de 2022, que institui o Programa de Aumento da Produtividade da Frota Rodoviária no País (RENOVAR) e de seu Decreto regulamentador nº 11.276 de 2022 (BRASIL, 2022) é diretamente relacionado com esse contexto. O Programa se destina a:

“agregar iniciativas e ações direcionadas à retirada progressiva dos veículos em fim de vida útil, à renovação da frota ou à economia circular no sistema de mobilidade e logística do País (BRASIL, 2022)”.

Seus bens elegíveis são caminhões, implementos rodoviários, ônibus, micro-ônibus, vans, furgões, e outros que atendam aos critérios de elegibilidade definidos em regulamento (BRASIL, 2022). Observa-se que estes bens correspondem a parcela minoritária da frota nacional, que é também a parcela da frota mais proporcionalmente envelhecida.

Os transportadores autônomos de cargas e associados das cooperativas de transporte rodoviário de cargas, registrados como cooperados perante a Agência Nacional de Transportes Terrestres (ANTT) constituem o público a ser priorizado em um primeiro momento. A destinação final priorizada no programa é a reciclagem (BRASIL, 2022).

Em regra, essa prioridade reduz-se o público potencial, conseqüentemente menos VFV's podem ser revalorizados. Embora apresente tais limitações, para profissionais do setor, o Programa contribui para a reciclagem veicular e para o avanço na modernização e redução da idade veicular no país (SINDIPEÇAS, 2021).

A renovação da frota para caminhões no Estado com mais de 30 anos de fabricação e o programa de reciclagem de resíduos veiculares (PRPV) que incentiva a progressiva substituição de veículos fabricados há mais de 20 anos são outros exemplos nesse sentido (MINAS GERAIS, 2013; 2020).

Segundo o Programa das Nações Unidas para o Meio Ambiente (PNUMA), a frota global de veículos leves vai dobrar até 2050. Mais de 90 % desse crescimento ocorrerá em países não pertencentes à OCDE (como é o caso do

Brasil), já que as frotas de veículos nos países da OCDE estão bastante saturadas (UN, 2020).

Esse crescimento segundo as previsões consistirá em mistura de veículos novos importados ou produzidos localmente e na importação de veículos usados (PNUMA, 2020). No Brasil, a previsão é a de que a frota de veículos leves irá dobrar, alcançando 130 milhões de unidades em 2050 (EPE, 2020).

Não obstante, a importação de veículos automotores usados não é permitida no Brasil, com exceção do disposto na Portaria da Secretaria de Comércio Exterior (SECEX) nº 23 de 2011, que consolida as normas e procedimentos aplicáveis às operações de comércio exterior. No que compete seu art. 42º, inciso VII (BRASIL, 2011) preconiza:

“Art. 42. As seguintes importações de bens usados poderão ser autorizadas com dispensa da exigência de inexistência de produção nacional contida no art. 41 (Portaria DECEX nº 8, de 1991, art. 25):

VII - veículos classificados nas posições 8701, 8702, 8703, 8704, 8705, 8709, 8711 e 8716, e no subitem 8903.91.00 da NCM, com mais de 30 (trinta) anos de fabricação, para fins culturais e de coleção, bem como partes e acessórios destinados à manutenção ou restauração desses veículos; (Redação dada pela Portaria SECEX nº 31, de 2017) (BRASIL, 2011)”.

Em tramitação na Câmara dos Deputados, o Projeto de Lei (PL) nº 6.468 de 2016 dispõe sobre a importação de veículos automotores usados (BRASIL, 2016), propõe que todos os veículos importados contenham itens de segurança da mesma forma que os veículos novos produzidos e que não apresentem graves defeitos ou avarias.

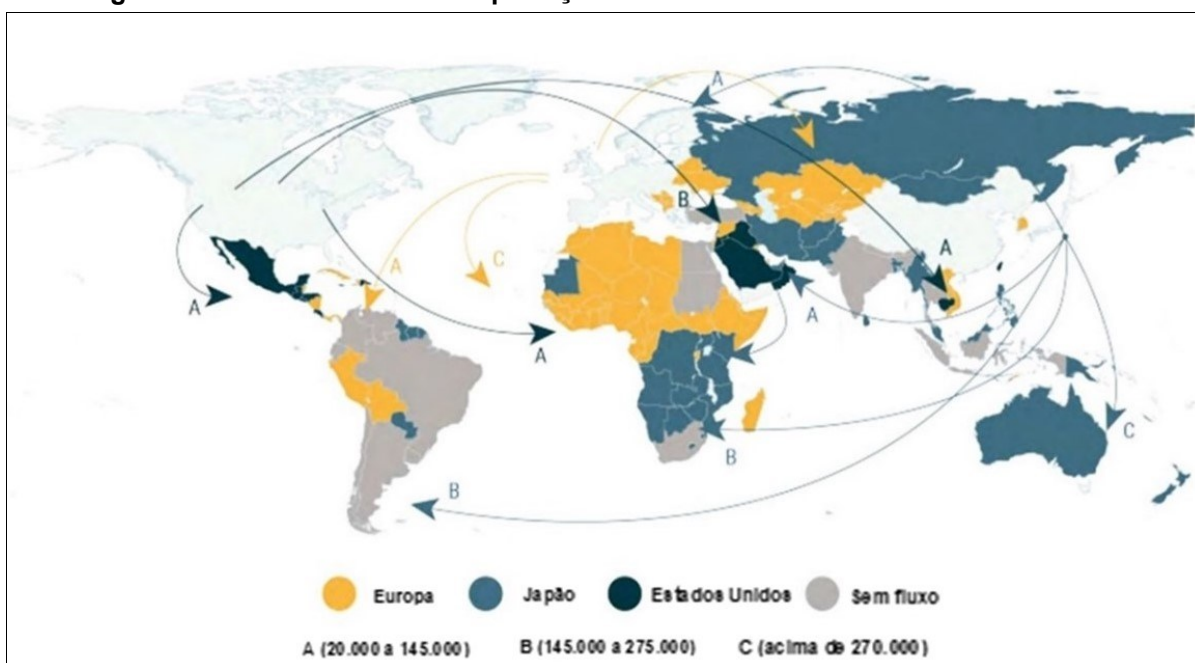
Contudo, este PL não exige idade de uso, tampouco os mesmos limites de emissão que os veículos nacionais, contrariando o disposto do art. 4º, da Lei nº 8.723 de 1993 (BRASIL, 1993). As incertezas políticas e constitucionais incorporadas em PL's que culminam em seu arquivamento, são os motivos destes não terem sido considerados como referência de análise neste trabalho.

Não existem acordos regionais ou globais de comércio e fluxo de veículos usados, mesmo sendo um comércio de expressiva receita, em 2014 arrecadou

\$ 17,6 bilhões (último valor publicado). O fluxo entre os três maiores exportadores de veículos usados é apresentado na Figura 14, sendo eles UE, Japão e EUA (UN, 2020).

Entre 2015 e 2018, 14 milhões de veículos leves no mundo foram exportados por UE, Japão e EUA, sendo o maior deles a UE com 54 %, Japão com 27 % e EUA com 18 % (UN, 2020). Este total equivale a um pouco mais 1 milhão de veículos que toda a frota de Minas Gerais em 2022.

Figura 14 – Fluxo mundial de exportações de veículos leves usados em 2017



Fonte: UN (2020).

Os principais destinos utilizados pela UE foram a África Ocidental e África do Norte; do Japão as exportações se concentraram na Ásia e África Oriental e África Meridional e os EUA teve como destinos o Oriente Médio e a América Central (UN, 2020).

Destaca-se que 75 % dos veículos exportados são destinados para países em desenvolvimento, e que o total de veículos usados vendidos, seja pelo menos, o dobro dos veículos novos vendidos (UN, 2020).

Os maiores importadores são a África (40 %), Europa Oriental (24 %), Ásia-Pacífico (15 %), Oriente Médio (12 %) e América Latina (9 %). Na América do

Sul, todos os países proíbem veículos usados ou têm limite de idade igual ou inferior a cinco anos, exceto o Paraguai, que tem limite de idade de 10 anos (UN, 2020).

3.3.4 Tendências de rotas tecnológicas: impacto na geração futura de VFV's

O setor de transportes no Brasil responde por 13 % das emissões de dióxido de carbono (CO₂), 91 % delas vindas do transporte rodoviário. A descarbonização do setor para dar produtividade no atual ativo e atender a agenda climática, traz diversas rotas tecnológicas como alternativas (ANFAVEA, 2022).

Políticas públicas no país além de reduções do Imposto sobre produtos industrializados (IPI), do Imposto sobre a propriedade de veículos automotores (IPVA) e dos descontos em tarifas de importação para veículos totalmente elétricos (ANFAVEA, 2022), incentivam essas rotas, das quais citam-se neste trabalho:

- Programa de Controle de Emissões Veiculares (PROCONVE) (BRASIL, 1986);
- Programa de Controle da Poluição do Ar por Motociclos e Veículos Similares PROMOT (BRASIL, 2002);
- Política Nacional de Biocombustíveis (RenovaBio) (BRASIL, 2017);
- Programa Rota 2030 de Mobilidade e Logística (BRASIL, 2018);

Tais iniciativas transitam entre a redução de emissões veiculares, rotas tecnológicas sustentáveis na produção de combustíveis e incentivos industriais de longo prazo para modernizar a produção automotiva nacional, estimulando a substituição progressiva da frota circulante e portanto, incrementando a geração futura de VFV's.

A demanda prevista no mercado brasileiro será de 432 mil veículos elétricos leves por ano em 2030, alcançando 1,3 milhão por ano em 2035. A atual ociosidade das fábricas de veículos e motores espalhadas pelo país, além das centenas de fornecedores de autopeças, são fatores que a indústria nacional

defende contra as investidas de importação para essa previsão de demanda (ANFAVEA, 2023).

Para alcançar as metas de descarbonização, a indústria automobilística brasileira precisará entrar em um novo ciclo de grandes investimentos para que se mantenha competitiva, abrindo oportunidades para a indústria de semicondutores e baterias avançadas, já que o país é um grande detentor de matérias-primas para produzir esses componentes com alta demanda mundial (ANFAVEA, 2023).

O Plano Nacional de Energia (PNE) para 2050 informa que o ritmo de entrada das novas rotas tecnológicas veiculares (inclui a eletromobilidade), demanda alterações significativas nas cadeias industriais, nichos de mercado, estratégias corporativas, mudanças legislativas e comportamentais que variam por país, e que no Brasil é um caminho sem volta mas que ainda é incerto quando vai alavancar (EPE, 2020).

O custo elevado dos veículos para a realidade nacional, a infraestrutura de recarga (que demanda investimentos elevados, arcabouço regulatório, precificação e especificação das instalações) e as baterias elétricas (que necessitam de melhor desempenho e possuem elevados custos de matéria-prima) estão entre os principais obstáculos para fazer o país avançar no tema (EPE, 2020).

No cenário mais otimista de convergência global, com quase 2,5 milhões de veículos eletrificados vendidos em 2035, a renovação natural da frota ainda será muito lenta no Brasil. A frota circulante de leves ainda terá quase 80 % de motores *flex* (gasolina/etanol), enquanto praticamente 90 % dos caminhões e ônibus nas ruas continuarão consumindo diesel (ANFAVEA, 2023).

A proibição de vendas de novos veículos movidos a combustíveis fósseis já é realidade na Europa. Um acordo foi sancionado pelo Parlamento Europeu em junho de 2022, internalizando essa proibição até 2035 (para automóveis e comerciais leves) nos seus Estados-membros com vistas a sua neutralidade climática até 2050 (EU, 2022). A previsão é de que pelo menos 30 milhões de

veículos elétricos com emissões nulas circulem nas estradas europeias até 2030 (EU, 2020).

À medida que os fluxos comerciais e tecnológicos se modificam para a concepção de novos veículos, os fluxos de materiais também se alteram, e novos insumos passaram a ser demandados, todavia, o desequilíbrio na cadeia de fornecimento global foi realidade na pandemia da Covid-19 e se repetiu no contexto da guerra da Ucrânia, e isso precisa ser considerado em uma nova era de industrialização.

A transição de negócios lineares da indústria automobilística para um modelo circular precisa acelerar, a recuperação de veículos pós-consumo ainda não está no radar dos próximos investimentos do país. Ao observar tendências mundiais, o Brasil precisa lembrar que em muitos países que avançam na descarbonização, a indústria automobilística possui responsabilidade no fluxo reverso de VFV's há duas décadas.

Diante do exposto, todos os fatores apresentados neste capítulo precisam ser considerados em uma análise de estimativa de geração de VFV's, pois são diretamente ou indiretamente influenciáveis, principalmente no contexto do Estado de Minas Gerais, tão diferente em termos econômicos, geográficos e de mobilidade.

3.4 Veículos em Fim de Vida (VFV's)

3.4.1 Definições

Na literatura, “fim de vida” (EoL) é uma área de pesquisa bem-posicionada, mas para veículos pós-consumo ou VFV's não existe uma definição padrão, é possível encontrar distintas descrições sob diferentes perspectivas. No Quadro 2, são mostrados alguns exemplos de definições de VFV's encontradas nas normas legais utilizadas neste trabalho:

Quadro 2 – Definições de veículos em fim de vida em normas utilizadas em Minas Gerais

Nome utilizado	Definição	Fonte
Veículo irrecuperável	Veículo que em razão de sinistro, intempéries ou desuso, haja sofrido danos ou avarias em sua estrutura, capazes de inviabilizar recuperação que atenda aos requisitos de segurança veicular, necessária para a circulação nas vias públicas. O veículo irrecuperável é considerado sucata.	Decreto nº 1.305 (BRASIL, 1994)
Veículo sinistrado de grande monta	Veículo que deve ser classificado como irrecuperável pelo órgão executivo de trânsito dos Estados ou do Distrito Federal que detiver seu registro, devendo ser executada a baixa do seu cadastro [...].	Resolução CONTRAN nº 810 (BRASIL, 2020)
	Veículo envolvido em ocorrência de acidente de trânsito, dano ou qualquer outro evento que ocasione avaria em uma ou mais partes do veículo. Se for “grande monta” deve ser considerado como irrecuperável.	Portaria DETRAN-MG nº 347 (MINAS GERAIS, 2021)
Veículo em estado de abandono	Veículo estacionado na via ou em estacionamento público, sem capacidade de locomoção por meios próprios e que, devido a seu estado de conservação e processo de deterioração, ofereça risco à saúde pública, à segurança pública ou ao meio ambiente, independentemente de encontrar-se estacionado em local permitido.	Lei nº 14.440 (BRASIL, 2022), Anexo I do CTB
Veículo de frota desativada	Veículo não licenciado há dez anos ou mais e que contar com vinte e cinco anos ou mais de fabricação, terá o seu registro atualizado com indicativo de 'frota desativada' automaticamente na Base de Índice Nacional (BIN), pelos respectivos órgãos ou entidades executivos de trânsito dos Estados e do Distrito Federal.	Resolução CONTRAN nº 967 (BRASIL, 2022)
Veículos sucata	O veículo que não está apto a trafegar.	Lei nº 13.160 (BRASIL, 2015), artigo 328 do CTB
	Veículos que estão impossibilitados de voltar a circular ou cuja autenticidade de identificação ou legitimidade da propriedade não restar demonstrada, não tendo direito à documentação.	Resolução CONTRAN nº 623 (BRASIL, 2016)

Fonte: elaboração própria.

A seguir, no Quadro 3 são apresentadas as definições encontradas na literatura científica utilizadas na revisão de literatura deste trabalho.

Quadro 3 – Definições de veículos em fim de vida encontradas na revisão de literatura

Definição	Fonte
Veículo que constitui um resíduo (quaisquer substâncias ou objetos abrangidos pelas categorias fixadas no anexo I de que o detentor se desfaz ou tem a intenção ou a obrigação de se desfazer).	Diretiva Europeia 2006/12/CE (EU, 2006)
Veículo acidentado (VFV prematuro) e veículo obsoleto (VFV natural).	ROSA <i>et al</i> (2018)
Veículo destruído no fim de sua vida útil, sem oportunidade de reutilização, conserto, remanufatura e reciclagem. Difere de veículo em fim de uso que alcança o fim de um ciclo de vida e é trocado e devolvido para reutilização, reparo, remanufatura e recuperar recursos.	WEETMAN (2019)
Veículos que se aposentaram e que não estão mais em uso porque não estão mais aptos para operar ou porque se tornaram muito caros para operar.	ARORA <i>et al</i> , 2019
Automóvel (incluindo seus componentes e partes), sucateado. Sucatear é desmontar um veículo automotor e depois comprimir, esmagar ou cortar seus dispositivos de forma que não possa manter seu desempenho, ou comprimir ou esmagar um veículo motorizado sem desmontá-lo.	Lei nº 8.405, de 2007; (ME, 2007).
Veículos sem utilidade por serem muito velhos, por apresentarem defeitos ou terem sofrido danos resultantes de um acidente.	MODOI <i>et al</i> (2022)
Automóveis que não estão mais em uso.	Lei nº 87, de 2002 (METI, 2002)
Veículo que não é mais desejado e se torna um resíduo e em seguida é descartado por um proprietário em um ferro-velho.	TRANG <i>et al</i> (2022)

Fonte: elaboração própria.

Os veículos “sucata” englobam todas as demais classificações de VFV's, segundo a Resolução nº 623, de 2016, no que compete seu artigo 16, § 1º, são definidos os critérios mínimos para classificação de veículos como sucata, sendo eles:

- “I - danos de grande monta;
- II - impossibilidade de reparo gerando causa impeditiva à circulação;
- III - motor cuja numeração não seja possível confirmar, por motivo de corrosão, inexistência ou divergência de cadastro nos sistemas Base Índice Nacional e Base Estadual do RENAVAM, ilegibilidade ou qualquer outro motivo que impossibilite a identificação, desde que não caracterize fraude;

IV - veículo artesanal sem registro; ou
V - veículo registrado no exterior e não licenciável no Brasil (BRASIL, 2016)".

Além disso, no § 2º ainda no artigo 16, os veículos classificados como sucata são divididos em 3 tipos, sendo estes os tipos disponibilizados para venda em leilão:

I - sucatas aproveitáveis: aquelas cujas peças poderão ser reaproveitadas em outro veículo, com inutilização de placas e chassi em que conste o Número de Identificação do Veículo – registro VIN;

II - sucatas inservíveis: aquelas transformadas em fardos metálicos, por processo de prensagem ou trituração, sendo desnecessária a inutilização de placas e numeração do chassi quando a prensagem ocorrer em local supervisionado pelo órgão responsável pelo leilão;

III - sucatas aproveitáveis com motor inservível: aquelas cujas peças poderão ser reaproveitadas em outro veículo, com exceção da parte do motor que conste sua numeração, devendo ser inutilizadas as placas e chassi em que conste o Número de Identificação do Veículo – registro VIN" (BRASIL, 2016).

Estas disposições são utilizadas em Minas Gerais e foram reproduzidas na Portaria DETRAN-MG nº 92, de 2021, norma de referência estadual para o credenciamento de pessoas jurídicas que exercem a atividade de desmontagem, reciclagem, recuperação e/ou comercialização de partes e peças (MINAS GERAIS, 2021).

O termo "sucata" também é utilizado no setor econômico do Estado, sobretudo pertinentes à matéria tributária no âmbito da comercialização de materiais recicláveis, sua definição está amparada no artigo 219, Parte 1, Anexo IX do Regulamento do Imposto sobre Circulação de Mercadorias e Serviços (RICMS) de 2002 como:

I – sucata, apara, resíduo ou fragmento, a mercadoria, ou parcela desta, que não se preste para a mesma finalidade para a qual foi produzida, assim como: papel usado, ferro velho, cacos de vidro,

fragmentos e resíduos de plástico, de tecido e de outras mercadorias (MINAS GERAIS, 2002)”.

Em matéria ambiental, sucata não é um termo formalmente empregado, a PNRS (BRASIL, 2010) e a Política Estadual de Resíduos Sólidos de Minas Gerais (PERS-MG) (MINAS GERAIS, 2009) não abordam este termo nas classificações de resíduos sólidos.

Ao mesmo tempo, considerando que os VFV's são pensados de serem gerenciados a partir de Sistemas de Logística Reversa (SLR) conforme sinaliza o PLANARES, e considerando as definições previstas na PERS-MG que antecede a PNRS, pode-se afirmar que as classificações mais próximas são apresentadas no artigo 4º que dispõe:

“XXVI - resíduos sólidos pós-consumo os resultantes do descarte de bens duráveis, não duráveis ou descartáveis pelo consumidor após sua utilização original;

XXVII - resíduos sólidos reversos os que, por meio da logística reversa, podem ser tratados e reaproveitados em novos produtos, na forma de insumos, em seu ciclo ou em outros ciclos produtivos (MINAS GERAIS, 2009)”.

Ambas as políticas não incluem o abandono de veículos em vias públicas, essas situações evidenciam a necessidade de se pensar os VFV's como resíduos sólidos, visando ao adequado gerenciamento de seus fluxos reversos.

3.4.2 Baixa definitiva

A baixa definitiva do registro de veículos é obrigatória para veículos irrecuperáveis, definitivamente desmontados, sinistrados com laudo de perda total, vendidos ou leiloados como sucata e veículos de frota desativada (BRASIL, 1993; 1998; 2022).

Os documentos dos veículos vendidos ou leiloados como sucata bem como a parte dos chassis que contém o seu número, serão obrigatoriamente recolhidos, antes da venda, aos órgãos responsáveis pela sua baixa (BRASIL, 1993).

Sob nenhuma hipótese o veículo baixado poderá voltar à circulação (BRASIL, 2016; 2021, 2022). Em caso do veículo leiloado como sucata for recolhido em circulação, será novamente levado à leilão pelo órgão de trânsito (BRASIL, 2016).

Segundo o Decreto Federal nº 1.305, de 1994, a baixa do veículo irrecuperável deverá ser requerida:

“a) pelo proprietário; b) pela autoridade policial, no caso de veículo abandonado; c) pela autoridade aduaneira, quando o veículo sair do território brasileiro; d) pelo leiloeiro, quando o veículo for alienado por seu intermédio; e) pela seguradora que haja efetuado a indenização do veículo segurado (BRASIL, 1994).

A Resolução CONTRAN nº 11, de 1998, estabelece em seu artigo 2º que a baixa do registro do veículo somente será autorizada mediante quitação de débitos fiscais e de multas de trânsito e ambientais, vinculadas ao veículo, independentemente da responsabilidade pelas infrações cometidas (BRASIL, 1998).

Para os veículos avaliados como sucata, conforme a Resolução CONTRAN nº 623, de 2016, artigo 17, o órgão ou entidade responsável pelo procedimento de leilão deverá:

I - inutilizar a identificação gravada no chassi que contém o registro VIN e suas placas, nas hipóteses de sucatas aproveitáveis ou de sucatas aproveitáveis com motor inservível;

II - solicitar a baixa ao órgão executivo de trânsito de registro do veículo, após a realização da venda e do recolhimento dos débitos pendentes, quitados com os recursos do leilão, antes da entrega ao arrematante;

III - emitir ou solicitar ao órgão de registro do veículo a certidão de baixa de veículo, para entrega ao arrematante, com cópia juntada a processo vinculado ao do leilão, que reúna as certidões ou solicitações de todas as sucatas leiloadas no respectivo procedimento (BRASIL, 2016)”.

Ademais, para veículo irrecuperável, ou destinado à desmontagem, o proprietário deverá requerer a baixa do registro, no prazo e forma estabelecidos pelo CONTRAN, vedada a remontagem do veículo sobre o mesmo chassi de forma a manter o registro anterior (BRASIL, 2014)³.

Quando a companhia seguradora ou adquirente do veículo sucederem ao proprietário, estes se tornam responsáveis pela baixa do veículo com destino a desmontagem, neste caso, a existência de débitos fiscais ou de multas de trânsito e ambientais vinculadas ao veículo não impede a baixa do registro para essa destinação (BRASIL, 2022)⁴.

Todavia, a baixa definitiva de veículos licenciado há 10 anos ou mais e que contar com 25 anos ou mais de fabricação, sem a apresentação do Certificado de Registro do Veículo (CRV), das placas e do recorte do chassi, com fundamento na sua inexistência, ocorrerá mediante o pagamento dos débitos vinculados ao veículo, obedecido o período prescricional (BRASIL, 2022).

O veículo que acusar restrição administrativa que o impeça de ser baixado ou leilado, restrição judicial ou policial, não terá seu registro baixado, com exceção dos veículos leiloados como sucata, nestes últimos, a existência de débitos fiscais, de multas de trânsito e/ou ambientais não impede a baixa definitiva (BRASIL, 2022).

O órgão executivo de trânsito competente só efetuará a baixa do registro após prévia consulta ao cadastro do RENAVAM. Efetuada a baixa do registro, deverá ser esta comunicada, de imediato, ao RENAVAM (BRASIL, 1997).

3.4.3 Destinação final: aspectos legais

A PERS-MG em seu art. 4º define destinação final ambientalmente adequada como:

VII - o encaminhamento dos resíduos sólidos para que sejam submetidos ao processo adequado, seja ele a reutilização, o

³ Redação dada pela Lei nº 12.977, de 2014 e acrescentada na forma do artigo 126 do CTB.

⁴ Redação dada pela Lei nº 14.440, de 2022 e acrescentada no artigo 126 do CTB.

reaproveitamento, a reciclagem, a compostagem, a geração de energia, o tratamento ou a disposição final, de acordo com a natureza e as características dos resíduos e de forma compatível com a saúde pública e a proteção do meio ambiente (BRASIL, 2009).

No gerenciamento de um fluxo reverso de resíduos sólidos é importante observar a ordem de prioridade das destinações finais a serem utilizadas, esta ordem não é concorrente, mas complementar e os seus processos podem se modificar de acordo com as tecnologias disponíveis, prioridades governamentais e políticas existentes.

A PNRS determina a seguinte ordem de prioridade a ser observada: não geração, redução, reutilização, reciclagem, tratamento dos resíduos sólidos e disposição final ambientalmente adequada dos rejeitos (BRASIL, 2010).

A destinação final de VFV's na grande maioria das vezes é iniciada por uma empresa de desmontagem, a Portaria DETRAN-MG nº 92, de 2021, estabelece em seu artigo 2º que serão necessariamente encaminhados para desmontagem, com possível reaproveitamento e reposição de suas peças ou conjunto de peças, os veículos:

I - apreendidos por ato administrativo ou de polícia judiciária, quando inviável seu retorno à circulação, mesmo por meio de Leilão;

II - sinistrados classificados como irrecuperáveis ou sinistrados de grande monta, apreendidos ou indenizados por empresa seguradora;

III - alienados pelos seus respectivos proprietários, em quaisquer condições, para fins de desmontagem e reutilização de partes e peças.

§ 1º Os veículos definidos nos incisos I a III deste artigo somente poderão ser destinados aos estabelecimentos registrados pelo DETRAN-MG, nos termos da Lei nº 12.977, de 20 de maio de 2014, regulamentada pela Resolução 611/16, do CONTRAN.

§ 2º Os veículos incendiados, totalmente enferrujados, repartidos e os demais em péssimas condições ou aqueles cuja autenticidade de identificação ou legitimidade da propriedade não restar demonstrada

serão necessariamente encaminhados para destruição, como sucata, vedada a reutilização de partes e peças, respeitados os procedimentos administrativos e a legislação ambiental.

§ 3º Somente poderão adquirir os veículos descritos no art. 2º desta Portaria, através do proprietário ou por meio de Leilão, público ou privado, e efetivamente praticar as atividades de desmontagem de veículos, prevista no inciso I do art. 2º da Lei nº 12.977, de 20 de maio de 2014, as empresas devidamente credenciadas junto ao DETRAN-MG (MINAS GERAIS, 2021)”.

As empresas e suas atividades econômicas passíveis de credenciamento junto ao DETRAN-MG para recebimento das sucatas são apresentadas nos Quadros 4 e 5 a seguir:

Quadro 4 – Empresas passíveis de credenciamento no DETRAN-MG

Recicladoras	Empresário individual ou sociedade empresária no ramo de reciclagem de materiais e peças, de sucata, de veículos irrecuperáveis ou de materiais suscetíveis de reutilização, descartados no processo de desmontagem.
Desmontadora	Empresário individual ou sociedade empresária que realize as atividades previstas na Lei nº 12.977, de 20 de maio de 2014.
Recuperadoras de Peças	Empresário individual ou sociedade empresária no ramo de recuperação de peças ou conjunto de peças, descartados no processo de desmontagem.
Comercializadoras de peças	Empresário individual ou sociedade empresária no ramo de comércio de peças usadas, oriundas da reposição de peças, recuperação de peças e desmontagem.

Fonte: BRASIL (2016); MINAS GERAIS (2021)

Quadro 5 – Atividades passíveis de credenciamento no DETRAN-MG

Desmontagem	Desmonte ou destruição do veículo, seguida da destinação das peças, ou conjunto de peças usadas para reposição, sucata ou outra destinação final.
Destinação de Peças	Reutilização, reposição, reciclagem ou outras destinações admitidas pelos órgãos competentes, observando normas operacionais específicas, de modo a evitar danos ou riscos à saúde e à segurança e a minimizar os impactos ambientais.
Reposição de peças	Utilização imediata da peça sem nenhum tipo de tratamento (conserto).
Reciclagem	Reintrodução da peça no sistema produtivo, dando origem a um novo produto.
Recuperação de peças	Utilização da peça que necessite de algum tipo de tratamento (conserto).

Fonte: BRASIL (2016); MINAS GERAIS (2021)

Complementa-se conforme artigo 16 da Resolução CONTRAN nº 623 de 2016, que:

“§ 3º Os veículos definidos como sucatas e inseridos em processos de leilão somente poderão ser vendidos como destinação final e sem direito à documentação, como sucatas prensadas para empresas regulares do ramo de siderurgia ou fundição, ou como sucatas aproveitáveis para empresas do ramo do comércio de peças usadas reguladas pela Lei nº 12.977, de 20 de maio de 2014, e normativos do CONTRAN (BRASIL, 2016)”.

“§ 4º Os veículos, sucatas e materiais inservíveis de bens automotores que se encontrarem recolhidos há mais de 1 (um) ano poderão ser destinados à reciclagem como material ferroso, independentemente da existência de restrições sobre o veículo;

[...];

§ 5º A alienação prevista no § 4º será realizada por tonelagem de material ferroso, condicionando-se a entrega do material arrematado à realização dos procedimentos necessários de descaracterização total do bem, à destinação exclusiva para a reciclagem siderúrgica e à captação ambientalmente correta de fluidos, combustíveis e demais materiais e substâncias reconhecidos como contaminantes do meio ambiente.

O atendimento à Lei do Desmonte não afasta a necessidade de cumprimento das normas de natureza diversa aplicáveis e a sujeição às sanções decorrentes, inclusive no tocante a tratamento de resíduos e rejeitos dos veículos desmontados ou destruídos (MINAS GERAIS, 2021).

Outras abordagens relacionadas a estas atividades no Estado de Minas Gerais são apresentadas no Quadro 6, conforme Deliberação Normativa (DN) nº 213, de 2017 e nº 217 de 2017, do Conselho Estadual de Política Ambiental (COPAM) como:

Quadro 6 – Definição das atividades de análise DN COPAM nº 217 de 2017

Descaracterização de veículos	Primeira etapa do processo de reciclagem, que inclui o recebimento dos veículos; a drenagem de combustível, dos fluidos de lubrificação e de arrefecimento; a retirada da bateria e do extintor de incêndio; o corte de chassis; a compactação da estrutura restante dos veículos, bem como a segregação e o armazenamento transitório desses materiais.
Reciclagem de veículos	Atividade que abrange as duas etapas do processo de reciclagem que consistem na descaracterização dos veículos e no processamento do material compactado, com vistas à reciclagem, regularizado por meio dos códigos referentes à descaracterização de veículos e processamento ou reciclagem de sucata.

Fonte: MINAS GERAIS (2017)

A citada DN estabelece critérios de potencial poluidor/degradador, porte e de localização de empreendimentos e atividades utilizadores de recursos ambientais no Estado de Minas Gerais, em seu anexo único, lista aqueles sujeitos ao licenciamento ambiental, cujo enquadramento esteja definido nas classes 1 a 6 (MINAS GERAIS, 2017).

As atividades mencionadas no Quadro 5 correspondentes aos códigos F-05-16-0 (Descaracterização de veículos) e F-05-17-0 (Processamento ou reciclagem de sucata), são passíveis de regularização ambiental, sendo que a atividade F-05-17-0 é enquadrada concomitantemente com a atividade F-05-16-0 (MINAS GERAIS, 2017).

O credenciamento e a renovação do credenciamento de pessoas jurídicas junto ao DETRAN-MG são realizados por Comissões de Desmonte, sendo a Divisão Especializada em Prevenção e Investigação a Furto e Roubo de Veículos Automotores (DEPIFRVA), responsável por Belo Horizonte.

Nos demais municípios, a indicação ocorre por ato do Delegado Regional da Polícia Civil, com designação dos membros, em ambos os casos, por ato do Diretor do DETRAN-MG. Também integram a estrutura do DETRAN-MG as Circunscrições Regionais de Trânsito (CIRETRANS), subordinadas às Delegacias Regionais da Polícia Civil (MINAS GERAIS, 2021).

No credenciamento, solicita-se a apresentação do Alvará de Localização e Funcionamento (ALF) expedido pela autoridade local e da autorização ambiental de funcionamento ou documento equivalente emitido pela Secretaria

de Estado de Meio Ambiente e Desenvolvimento Sustentável (SEMAD) para a atividade pretendida de credenciamento no DETRAN-MG (MINAS GERAIS, 2021), nos casos aplicáveis.

A Resolução conjunta SEMAD/FEAM/IEF/IGAM nº 3.063, de 2021, dispõe sobre o risco das atividades econômicas para fins de controle ambiental e apresenta a correspondência entre os atos públicos de liberação (licença, alvará, credenciamento e demais atos equivalentes), e as subclasses da Classificação Nacional de Atividades Econômicas (CNAE) conforme o nível de risco (MINAS GERAIS, 2021).

Assim, é possível correlacionar às atividades econômicas com as atividades listadas na legislação ambiental, conhecendo aquelas enquadradas para a isenção da apresentação dos atos de liberação. O CNAE se aplica a todos os agentes econômicos participantes da produção de bens e serviços, instituições sem fins lucrativos e agentes autônomos (pessoa física) (MF, 2022).

No anexo II da citada Resolução, para a atividade F-05-16-0 (descaracterização de veículos) existem dois CNAE's, 3831-9/99 e 4530-7/04 com descritores de desmanche de veículos automotores, sem comercialização de partes, peças e acessórios; e serviços de desmanche de veículos automotores com comercialização de partes, peças e acessórios, tendo como ato de liberação do SISEMA a Licença Ambiental (SEMAD, 2022).

Para a atividade F-05-17-0 (processamento ou reciclagem de sucata), existem diversos CNAE's que contam como ato de liberação do SISEMA a Licença Ambiental. No caso da reciclagem de veículos, a correspondência está relacionada como material em que a sucata é composta e poderá ser verificada conforme planilha do Anexo II (SEMAD, 2022).

Além disso, municípios podem regulamentar em sua esfera administrativa a Lei de Liberdade Econômica como ocorreu com a capital do Estado por meio do Decreto Municipal nº 17.245, de 2019. Este Decreto disciplina as atividades dispensadas de obter o ALF, Licença Ambiental (LA) e Alvará de Autorização Sanitária (AAS) (BELO HORIZONTE, 2019).

Em Minas Gerais, o licenciamento ambiental municipal ocorre por dois caminhos. O primeiro refere-se ao exercício da competência originária dos municípios, com fundamento constitucional e previsto na Lei Complementar nº 140, de 2011 (BRASIL, 2011). Esse exercício é regulamentado no Estado pela DN COPAM nº 213, de 2017 (MINAS GERAIS, 2017).

Neste primeiro caminho, o município não é fiscalizado pelo Estado na condução da análise dos processos de licenciamento e fiscalização ambiental. Os municípios aptos a licenciar são informados no Sistema Municipal de Meio Ambiente de Minas Gerais (SMMA-MG) bem como as respectivas tipologias de atividades e empreendimento a licenciar (MINAS GERAIS, 2023).

O segundo caminho refere-se ao convênio de cooperação técnica e administrativa para delegação de competência estadual, conferindo aos municípios os exercícios das competências originariamente atribuídas ao Estado. Neste caso, os municípios estão sujeitos ao acompanhamento via SEMAD, divulgados também no SMMA-MG (MINAS GERAIS, 2023).

Logo, o município é fiscalizado pelo Estado que realiza auditoria e acompanha as atividades exercidas no citado convênio. Destaca-se que a prestação de informações aos Estados e à União para a formação e atualização dos Sistemas Estaduais e Nacional de Informações sobre o Meio Ambiente é uma das ações administrativas que compete aos municípios (BRASIL, 2011).

A exceção destes caminhos prevalece à atuação supletiva do Estado para o licenciamento, a fiscalização e o monitoramento das atividades até que o município opte por realizá-las (MINAS GERAIS, 2017).

Soma-se a esse contexto, o Programa de Reciclagem de Resíduos Veiculares (PRPV) instituído pelo Estado e que criou o Conselho Estadual de Sustentabilidade Veicular (CESV), com a finalidade de aprovar normas relativas ao PRRV e zelar pela adequada utilização do Incentivo Estadual à Renovação da Frota (Ierf) (MINAS GERAIS, 2020).

4 METODOLOGIA

4.1 Revisão de literatura

A revisão de literatura consistiu em uma revisão bibliográfica, incluindo livros, artigos científicos de acesso aberto e revisado por pares, materiais legislativos e relatórios setoriais consultados em meio impresso e eletrônico.

Para seleção dos artigos científicos foi utilizado o Portal de Periódicos da Coordenação de Aperfeiçoamento de Pessoal de Nível Superior (CAPES). Foram consultadas as bases *Science Direct*, *Springer Link* e *Web Science* que hospedam periódicos cujas publicações são relacionadas com a área de pesquisa deste trabalho.

O primeiro critério de busca nas bases foi o período de publicação de 2013 a 2023, que visou obter dados quantitativos mais recentes e por ser o período em que importantes marcos regulatórios de reciclagem automotiva já estavam estabelecidos, bem como as legislações ambientais de resíduos sólidos, como no caso do Brasil.

O segundo critério de busca, utilizou-se das palavras chaves “veículo em fim de vida, reciclagem, resíduos sólidos, fluxo reverso, recuperação”. Os operadores booleanos utilizados foram “e” e “ou”. Definiu-se que duas palavras chaves deveriam estar presentes no título e/ou no resumo.

O primeiro filtro resultou em 50 artigos e a estes foram somados 8 artigos indicados. O segundo filtro consistiu na leitura do resumo, foram selecionados 38 artigos. Posteriormente, foi realizada uma leitura flutuante na metodologia e nos resultados, contabilizando 28 artigos, os quais foram utilizados neste trabalho e submetidos à leitura completa.

As terminologias consideradas na análise deste trabalho utilizaram como referência a PERS-MG, a Portaria nº 92, de 2021 do DETRAN-MG e as terminologias previstas na DN COPAM nº 217, de 2017, de modo a representar de forma mais fidedigna possível à realidade do Estado de Minas Gerais.

4.2 Quantificação da frota em fim de vida em Minas Gerais

Na literatura, o conceito de VFV possui diferentes perspectivas, cabe a cada pesquisador delimitar o conceito correspondente ao seu objeto de estudo. Neste trabalho, a frota em fim de vida corresponde a frota de veículos sucatas (VS's), ou seja, veículos que saíram de circulação de maneira definitiva e foram baixados nos seus DETRAN's de origem.

A quantificação dessa frota está relacionada com a geração de VS's que é o dado de entrada do fluxo reverso e interfere diretamente no equilíbrio de suprimento da cadeia reversa a ser utilizada. Esta geração é composta pela geração natural e pela geração potencial.

A geração natural é a geração de veículos que se tornam sucatas durante sua própria utilização (por irrecuperabilidade mecânica, falta de manutenção, obsolescência, sinistro, abandono em via pública, destruídos em desastres naturais e ações criminosas).

A geração potencial é a geração futura de veículos que podem deixar de circular definitivamente ao atender aos critérios de elegibilidade de programas de renovação da frota (veículos com idade de fabricação avançada) ou ao serem reprovados em programas de inspeção veicular.

Essas gerações são complementares e possibilitam estimar a massa futura de resíduos sólidos provenientes do descarte destes veículos, permitindo antever cenários para contribuir no planejamento de políticas públicas sobre o tema. As próximas etapas metodológicas são descritas nos subcapítulos a seguir.

4.2.1 Etapa 1: coleta e organização de dados da frota

Nesta etapa, foram utilizadas as estatísticas de frota circulante disponíveis no sítio eletrônico da Secretaria Nacional de Trânsito (SENATRAN) e dos dados de frota circulante e de veículos sucatas leiloadas obtidas junto ao Departamento Estadual de Trânsito de Minas Gerais (DETRAN-MG) por meio do Sistema Eletrônico de Informações ao Cidadão (e-SIC), ambas as bases com dados de Minas Gerais.

O registro dos dados compreende o período de 2001 a 2021 para a frota circulante nas duas fontes de dados, e de 2007 a 2019 para veículos sucata leiloados. Os dados de frota circulante foram organizados segundo as tipologias veiculares previstas no CTB, sendo elas automóvel, camioneta, caminhonete, caminhão, ônibus, motocicleta e outros (as demais tipologias).

4.2.2 Etapa 2: análises estatísticas

Os dados coletados foram submetidos às análises estatísticas, foi aplicado um teste de comparação de dois grupos pois foram utilizadas duas fontes de dados diferentes, portanto, aplica-se um teste para amostras independentes, e neste caso, o teste de *Shapiro Wilk* foi aplicado para a verificação de normalidade.

Duas formas de análise ocorreram para avaliar se os dados fornecidos pelo DETRAN-MG e SENATRAN entre os anos de 2001 e 2021 são similares.

Na primeira forma de análise, para as medidas que tiveram a normalidade confirmada, estão apresentados média e desvio padrão como valor síntese do resultado e a comparação é feita pelo teste *t* (FIELD, 2020).

Na segunda forma de análise, para as medidas que não tiveram a distribuição normal, os dados estão apresentados em forma de mediana e quartis e a comparação de dados feita pelo teste de *Mann Whitney* (teste não paramétrico equivalente ao teste *t*) (FIELD, 2020).

Posteriormente, para quantificar os VFV's a serem gerados no Estado de Minas Gerais foi realizada uma análise de previsão. Para isso, foram utilizados os dados de veículos sucata leiloados pelo DETRAN-MG entre os anos de 2007 e 2019, os quais foram submetidos a modelagem estatística.

As análises foram feitas no programa estatístico IBM SPSS versão 25, o nível de significância adotado foi de 5 %. A previsão considerou até o ano de 2030.

Salienta-se que processos de modelagem levam em consideração prioritariamente o formato dos dados nos períodos em que estes estão

disponíveis. Os modelos ARIMA, amplamente utilizados, têm por princípio isolar algum período que repetidamente sofre com alterações que o diferencia dos demais momentos (MORETTIN; TOLOI, 2006).

Os dados obtidos neste trabalho não se mostraram afetados por esse tipo de comportamento e por isso, outro formato foi considerado mais adequado. Neste caso, foi realizada uma forma automatizada de ajuste (um módulo do programa utilizado testa todo o conjunto possível de curvas e apresenta a mais adequada).

A curva obtida foi submetida à suavização logarítmica para melhorar a projeção. A modelagem que melhor se adaptou ao formato dos dados foi HOLT, que é um método de suavização exponencial quando a curva não apresenta períodos esperados para uso de ARIMA, e sim algum formato de tendência próximo a alguma curva matemática conhecida.

Para quantificar a idade média veicular da frota estadual, fez-se um histograma com a frequência absoluta dos veículos em circulação por intervalo de idade e a frequência relativa acumulada, possibilitando calcular a idade média da frota com base na média ponderada da idade da frota circulante.

A partir da idade média, foi possível quantificar quantos veículos estão elegíveis no Estado de Minas Gerais para sair de circulação, em virtude da adesão em iniciativas de renovação de frota existentes no âmbito do governo federal e estadual, além da frota em fim de vida de geração natural como já explicado.

4.3 Caracterização do fluxo de VFV's em Minas Gerais, seus atores e papéis.

4.3.1 Etapa 3: mapeamento da cadeia reversa

Para o mapeamento da cadeia reversa no Estado de Minas Gerais, realizou-se um levantamento da legislação em sítios eletrônicos governamentais e mediante contato via correio eletrônico com as entidades representativas de classe do setor.

As entidades selecionadas são a ANFAVEA, SINDIPEÇAS, Associação Brasileira do Alumínio (ABAL), Instituto Brasileiro de Energia Reciclável (IBER), Associação Brasileira das Indústrias de Vidro (ABIVIDRO), Associação Brasileira da Indústria do Plástico (ABIPLAST) e Instituto Aço Brasil.

O levantamento de legislação se descortinou em duas vertentes, a primeira refere-se à identificação da cadeia reversa conforme atividades econômicas da pessoa jurídica, no qual se utilizou o critério da rastreabilidade, ou seja, identificando as empresas divulgadas em banco de dados e de acesso à informação do órgão ambiental licenciador conforme enquadramento legal.

Para padronização da busca, foram selecionadas as empresas licenciadas nas atividades B-01-08-2; B-03-07-7; B-03-08-5; B-04-05-7; F-05-01-0; F-05-02-9; F-05-04-5; F-05-06-1; F-05-07-2; F-05-09-6; F-05-11-8; F-05-12-6, F-05-16-0 e F-05-17-0 da DN COPAM nº 217/2017, divulgadas no sistema de consulta de decisões dos processos de licenciamento ambiental da SEMAD-MG.

Posteriormente, fez-se a tabulação dos dados de classe, CNPJ, CNAE, data de vigência da licença e município, além de consultas dos pareceres ambientais de deferimento para os empreendimentos de classe 4 a 6, que são as classes cujos pareceres estavam disponíveis em meio eletrônico. Estas empresas foram organizadas pelas mesorregiões do Estado de Minas Gerais.

A segunda vertente, consistiu na utilização de dados disponíveis no sítio eletrônico do DETRAN-MG. Foi consultada a quantidade de empresas em cada município para as quatro categorias de credenciamento: desmontagem, recuperação de partes e peças, reciclagem de partes e peças e comercialização de partes e peças. Os dados foram tabulados e atualizados até 26/02/2023.

Além dos dados governamentais, utilizaram-se os relatórios setoriais das entidades gestoras para obtenção de informações complementares, as solicitações de informações foram formalizadas mediante correio eletrônico indicado nos relatórios.

Para identificação dos atores governamentais, foi utilizada a revisão de literatura, através do levantamento da legislação e consulta de relatórios setoriais. Foram realizadas consultas utilizando o serviço de informação ao cidadão em sistema eletrônico (e-SIC) para os órgãos superiores do Estado de Minas Gerais.

Os contatos foram provocados de acordo com o avanço da pesquisa e com as dúvidas que surgiam. Na Tabela 6, são apresentados os registros formalizados com base na Lei nº 12.527, de 2011 de acesso à informação (BRASIL, 2011).

Tabela 6 – Solicitação de informações mediante sistema e-SIC de Minas Gerais

Órgão Superior	Data de abertura	Prazo de atendimento no sistema
PCMG	03/11/2021	23/11/2021
PCMG	27/04/2022	17/05/2022
SEMAD	07/05/2022	09/06/2022
FEAM	09/06/2022	29/06/2022
SEF	09/06/2022	29/06/2022
SES	28/06/2022	18/07/2022
JUCEMG	11/08/2022	31/08/2022
PCMG	22/11/2022	22/12/2022
SEJUSP	22/11/2022	12/12/2022
PCMG	22/11/2022	12/12/2022
PMMG	22/11/2022	12/12/2022
DER	28/11/2022	19/12/2022
PCMG	28/11/2022	04/01/2023

Fonte: elaboração própria⁵

Todos os dados obtidos em meio eletrônico foram apresentados em mapas temáticos, elaborados no *software* Qgis 3.22.99. Através da ferramenta *join*, os dados foram compilados aos dados de localização em formato *shapefile*, disponibilizados pelo IBGE (2021), e inseridos na área de trabalho do programa.

Para diferenciação das categorias, utilizou-se da simbologia graduada, por escala de tamanho e cores. O complemento *QuickMapServices* foi aplicado

⁵ Polícia Civil de Minas Gerais (PCMG); Secretaria de Estado de Meio Ambiente e Desenvolvimento Sustentável (SEMAD); Fundação Estadual do Meio Ambiente (FEAM), Secretaria de Estado da Fazenda (SEF); Secretaria de Estado da Saúde (SES); Junta Comercial do Estado de Minas Gerais (JUCEMG), Secretaria de Estado de Justiça e Segurança Pública (SEJUSP), Polícia Militar do Estado de Minas Gerais (PMMG); Departamento de Estradas e Rodagem (DER).

para definir a base do mapa para ESRI ArcGIS. Os mapas são apresentados nos apêndices F, G, H e I.

4.3.2 Etapa 4: mapeamento do abandono de veículos em vias públicas

Nesta etapa, dois caminhos foram seguidos. O primeiro deles foi identificar quais são os municípios integrados no SNT, pois para que a municipalidade atue na remoção de veículo abandonado, é necessário ter um órgão de trânsito municipal que aplique a medida administrativa de remoção, sendo necessário que o município esteja integrado no SNT para formalização das atribuições.

O segundo caminho, foi identificar quais municípios possuem instrumento legal para atuação referente ao abandono de veículos. Como primeiro filtro, considerando que o Estado possui 853 municípios e muitas prefeituras apresentaram mediante consulta teste, problemas de acesso em seus sítios eletrônicos, utilizou-se do gerenciador de busca “Leismunicipais.com.br” de acesso gratuito, o qual realiza a indexação de diferentes legislações no Estado de Minas Gerais.

Em seguida, os resultados encontrados foram submetidos a uma verificação nos diários municipais divulgados em meio eletrônico e em contato com as prefeituras por correio eletrônico e sistema de acesso à informação e-SIC municipal, para conferir eventuais ocorrências de revogações ou emendas, ou verificar a existência de outra norma relacionada. Os resultados foram planilhados e ordenados por ordem cronológica, de acordo com a data de publicação da legislação encontrada conforme apêndice C.

Após a leitura das legislações, foi realizada nova consulta por correio eletrônico e no sistema de acesso à informação ao cidadão e-SIC e Fala.Br para secretarias e câmaras municipais que figuram nas legislações selecionadas. Na ausência de resposta, foi aberto recurso nestes sistemas solicitando um retorno além do solicitar retorno também pelo correio eletrônico identificado.

As perguntas enviadas consistiram em saber qual a situação no município quanto a coleta dos veículos, para onde eles são levados após a remoção, as

características de abandono consideradas, a quantidade removida por ano e as dificuldades enfrentadas. Foram consideradas as respostas recebidas até 18/01/2023. Os contatos foram formalizados em dias alternados no mês de dezembro de 2022.

Para obtenção dos dados de Belo Horizonte, além do correio eletrônico, foi realizada uma visita técnica no CTR da Superintendência de Limpeza Urbana (SLU) da Prefeitura de Belo Horizonte (PBH) para registro fotográfico, além de dados e informações compartilhados também pela Subsecretaria de Fiscalização da PBH.

4.3.3 Etapa 5: entrevistas semiestruturadas

A definição dos participantes das entrevistas considerou a competência institucional exclusiva conforme identificado na legislação, a participação de mercado, a indicação de entidades setoriais e a representatividade de classe junto a instituições públicas e privadas.

A comunicação com os participantes foi iniciada por telefone e posteriormente formalizada por correio eletrônico em formato de convite, contendo uma apresentação síntese da pesquisa, seu objetivo e as orientações sobre a participação.

As entrevistas ocorreram de maneira presencial e virtual considerando aspectos locacionais e condições colocadas pelos participantes. Foram realizadas 15 entrevistas, sendo 5 virtuais gravadas em áudio e vídeo e 10 presenciais gravadas em áudio e posteriormente transcritas pela pesquisadora.

Em cada entrevista foi apresentado o Termo de Consentimento Livre e Esclarecido (TCLE) conforme Apêndice A, o qual foi assinado presencialmente e eletronicamente no caso das entrevistas virtuais. Os materiais das entrevistas ficarão sob posse da autora durante 5 anos e depois serão eliminados.

As entrevistas estão no formato semiestruturado, foi utilizado um roteiro global de perguntas agrupadas em 6 categorias temáticas: políticas públicas; perfil de empresas, regiões de atuação e segmentos industriais; cadeia reversa: poder

público, poder privado e sociedade; abandono e desfazimento da propriedade; resíduos sólidos; desafios e oportunidades de negócios: aspectos legais e econômicos.

As perguntas selecionadas para cada entrevista consideraram as atribuições profissionais de cada entrevistado (a) e o conhecimento demonstrado durante a entrevista. As gravações foram transcritas e posteriormente submetidas à análise de conteúdo sem utilização de programa computacional auxiliar.

A relação dos participantes é apresentada no Apêndice B sem identificação nominal, em observância ao preconizado no regimento ético de pesquisa científica. O projeto de pesquisa, o TCLE e o roteiro de perguntas foram aprovados pelo Comitê de Ética em Pesquisa da UFMG, cujo número do parecer de aprovação foi 5.936.419.

Os dados coletados nas entrevistas semiestruturadas foram tabulados e foi realizada a codificação que utilizou como unidade de registro o tema, ou seja, os dados foram organizados dentro de cada teoria temática, definidas para as entrevistas de acordo com a revisão de literatura realizada.

Após a codificação, fez-se a enumeração. Conforme BIRDIN (2016), a enumeração compreende, identificar núcleos de sentido que compõem a comunicação, cuja presença ou frequência de aparição significa algo em relação ao objetivo do estudo. Neste caso, utilizou-se a intensidade como forma de enumeração (ver se aparece na fala do entrevistado à informação com mais força ou menos força).

Os parágrafos de interesse foram destacados e foram apresentados em formato de citação direta conforme orientações da Norma Brasileira ABNT NBR 10.520, de 2002, ao longo do texto apresentado no capítulo de resultados e discussões a partir do subcapítulo 5.4.5.

5 RESULTADOS E DISCUSSÃO

5.1 Comparação estatística entre bases de dados

Os resultados da comparação entre os dados do DETRAN-MG e da SENATRAN entre os anos de 2001 e 2021 estão descritos na Tabela 7 seguir:

Tabela 7 – Comparação de dados de frota circulante DETRAN-MG e SENATRAN

	DETRAN-MG	SENA TRAN	valor <i>p</i>
Total da frota - média (dp)*	7.578.907 (2.907.624)	7.686.561 (3.070.016)	0,908
Caminhonete - média (dp)*	617.366 (279.442)	550.596 (345.737)	0,495
Outros - média (dp)*	500.732 (270.826)	490.107 (278.981)	0,899
Automóveis - mediana (Q1 - Q3)**	4.068.546 (2.654.438 - 5.626.617)	4.087.567 (2.641.598 - 5.714.576)	0,888
Camioneta - mediana (Q1 - Q3)**	177.078 (117.949 – 277.183)	273.991 (217.456 – 316.436)	0,009
Caminhão - mediana (Q1 - Q3)**	261.454 (196.009 - 322.277)	262.892 (195.675 - 324.856)	0,925
Ônibus - mediana (Q1 - Q3)**	56.270 (40.259 - 68.211)	58.421 (40.705 - 73.892)	0,496
Motocicleta - mediana (Q1 - Q3)**	1.760.535 (806.835 - 2.327.201)	1.770.319 (807.580 - 2.396.767)	0,742

*Teste *t* para amostras independentes; **Teste de *Mann Whitney*

Fonte: elaboração própria

Os dados de camioneta são os únicos que se apresentam estatisticamente diferentes entre as duas fontes de informação ($p = 0,009$). Nos demais casos, estatisticamente existe similaridade dos dados obtidos junto as duas fontes.

Evidencia-se que as fontes de dados possuem bases semelhantes, o que sugere uma confiabilidade nos valores apresentados, com exceção dos dados de camioneta que necessitam de verificação quanto a eventualidades no momento de seu registro.

5.2 Geração natural de VFV's em Minas Gerais

5.2.1 Baixa definitiva de circulação

A quantificação de VFV's neste trabalho equivale à medição de baixas veiculares, que podem ocorrer por diversos motivos, obrigatórias (leilão de veículo sucata, decisão judicial, renovação de frota) ou voluntárias (manifestadas pelo proprietário). A baixa no Estado é um processo administrativo de competência exclusiva do DETRAN-MG.

Os veículos baixados transformam-se em sucatas aproveitáveis (reutilização de partes e peças) ou inservíveis (reciclagem em siderurgias), iniciando fluxos

reversos de valorização. Na Tabela 8, são apresentados os valores totais das baixas realizadas em três datas distintas, entre os anos de 2021 e 2023.

Tabela 8 – Veículos em situação de baixados em Minas Gerais entre 2021 e 2023

	Data de consulta no sistema		
	03/12/2021	04/05/2022	16/02/2023
Nº de veículos	369.140	377.428	392.500

Fonte: DETRAN-MG (2022; 2023)

O formato dos dados disponibilizados é o primeiro fator limitante para uma análise de previsão (que utiliza séries históricas). O sistema de gestão de dados ofertado pelo Estado⁶ e utilizado pelo DETRAN-MG, não possui filtro de busca com o quantitativo de distinção por ano, possibilitando obter somente o valor total acumulado de veículos baixados na data de realização da consulta ao sistema.

Além disso, a baixa informada refere-se ao total de veículos que estavam cadastrados em Minas Gerais quando foi realizada, veículos baixados em outros Estados e reciclados em Minas Gerais não são considerados (JULIANO, 2022).

Observa-se pela Tabela 8, que as baixas variaram de 369.140 para 392.500, um aumento de 6,33% equivalendo a 23.360 unidades entre as datas consultadas. As tipologias predominantes foram automóveis, motocicletas, caminhonete, ônibus, camioneta e motoneta, que também representam a grande parte da frota.

A inserção de filtros de busca como motivo de baixa e idade de fabricação poderiam gerar importantes indicadores do perfil dos veículos com saída de circulação, se estão obsoletos, descaracterizados, acidentados e outros motivos. É preciso também buscar alinhar as terminologias utilizadas no sistema e legislações vigentes.

⁶ Desenvolvido pela Companhia de Tecnologia da Informação do Estado de Minas Gerais (PRODEMGE) (JULIANO, 2022).

Um segundo fator limitante identificado refere-se à ausência do registro de baixa na Base de Índice Nacional (BIN) quando o veículo já foi baixado na base estadual pelo seu DETRAN-MG de origem.

Trata-se de uma situação problema, pois um veículo baixado em um Estado e transportado para outro, fica impedido de ser desmontado e ser comercializado, pois ainda possui cadastro ativo na BIN. Desmontes que compram em leilões do Estado de São Paulo reportaram esta dificuldade, e acabam armazenando os VS's em suas áreas por tempo indeterminado até que a pendência seja resolvida.

Esta situação justifica desenvolver um sistema nacional de baixas, o veículo quando baixado no DETRAN de origem, também precisa ser baixado na BIN, do contrário, impede o fluxo de fornecimento da cadeia reversa represando sucata e prejudicando as empresas com o atraso em suas atividades.

É importante destacar que a Resolução CONTRAN nº 967 de 2022 determina em seu art. 4º, § 1º que o órgão de trânsito de registro do veículo deverá elaborar e encaminhar ao órgão máximo executivo de trânsito da União relatório mensal contendo a identificação de todos os veículos que tiveram a baixa de seu registro no período (BRASIL, 2022). Portanto, mais um motivo se pensar em um sistema nacional integrado com as bases estaduais.

Ademais, no art. 11º da citada resolução, os órgãos e entidades executivos de trânsito dos Estados e do Distrito Federal são responsáveis por manter constante atualização das bases estaduais, por meio do RENAVAM e da BIN (BRASIL, 2022), portanto trata-se de uma questão a ser nivelada entre todos os DETRAN's.

Muitas vezes, em determinadas regiões não ocorrem leilões que atendam em quantidade a cadeia reversa existente, para viabilizar uma economia circular local. Assim, empresas de desmonte e recicladoras (inclui siderúrgicas) são provocadas a explorar oportunidades em outras regiões, como participar de leilões de VS's realizados em outros Estados.

5.2.2 Previsão da geração de VS's (VFV's)

Conforme o subcapítulo anterior, na impossibilidade de utilizar o quantitativo de veículos baixados como referência para a análise preditiva de VS's para 2030, utilizou-se a quantidade leiloada por ano, que consiste em valores registrados, valores medidos da realidade no Estado. Os VS's leiloados também apresentam a condição de baixados perante o DETRAN-MG.

Para serem vendidos como sucata, os veículos não possuem direito a documentação, apenas são acompanhados da certidão de baixa para serem disponibilizados em forma de sucata aproveitável ou inservível.

A limitação desta alternativa consiste nas baixas de VS's gerados diretamente pelos proprietários (ou responsáveis legais) sem finalidade posterior de venda como sucatas em leilões ou por meio de programas de renovação de frota.

Para os VS's desmontados e vendidos no mercado digital (e-commerce) foi verificada a ausência de rastreabilidade. Diferentes plataformas de vendas (*marketplace*) apresentam condições favoráveis a atuação de criminosos na venda ilegal de peças, sem regulação no setor nesse sentido, a restrição de venda às empresas credenciadas nos DETRAN's não está sendo observada.

Mesmo diante de outras possibilidades de baixa do veículo, a motivação preponderante é a venda como sucata em eventos de leilão. Nesse sentido, é importante desenvolver um sistema ou inserir no sistema de gestão de dados atual, um filtro de busca que possibilite distinguir as baixas que foram endereçadas para leilões, considerando os diferentes atores envolvidos.

A Portaria nº 92 de 2021 em seu artigo 56 (MINAS GERAIS, 2021), determina que os leiloeiros oficiais devem manter registro e informar ao DETRAN-MG sobre todos os veículos levados a leilão, incluindo os VS's. Em vista disso, e considerando a sugestão supracitada, é uma oportunidade de se ter um controle na rastreabilidade dos resíduos veiculares.

O mesmo não ocorre quando os VS's são vendidos direto por seus proprietários (pessoa física ou jurídica) fora do circuito de leilões, pois estes

não estão submetidos a nenhuma prestação de contas previstas em legislação após a baixa, dificultando a chance de rastreabilidade.

Existem situações em que os proprietários obtêm a baixa do veículo e mesmo sendo proibido, voltam a circular com eles em vias rurais, estimulados pela falta de operação policial rotineira, além daqueles que circulam em vias urbanas sob o risco de serem apreendidos a qualquer momento, são veículos “fantasmas” que não pagam nenhum tipo de tributação como IPVA e taxa de licenciamento.

A Lei do Desmonte (BRASIL, 2014) traz em seu art. 9º que, uma vez que o VS foi desmontado, a empresa de desmontagem deverá em até 5 dias úteis, registrar no banco de dados nacional de informações de veículos desmontados, as peças ou conjunto de peças usadas que serão destinadas à reutilização.

No § 2º desse mesmo artigo, acrescenta que as peças ou conjunto de peças não passíveis de reutilização (por requisitos de segurança e outros quesitos previstos na citada lei), serão destinadas como sucatas ou terão outra destinação final definida no prazo máximo de 20 dias úteis, incluindo o tratamento e resíduos e de rejeitos dos veículos desmontados ou destruídos.

Ademais, as partes e peças do inventário inicial (legado) dos desmontes no primeiro credenciamento, que não atendem aos requisitos de segurança, não apresentam os parâmetros e os critérios para verificação das condições de peça para fins de reutilização, e que não possuem forma de rastreabilidade, são, portanto, sucatas destinadas à reciclagem (MINAS GERAIS, 2021).

Empresas de desmonte que são dispensáveis de regularização ambiental perante seu município, muitas vezes não possuem um plano de gerenciamento dos resíduos sólidos (PGRS) e tampouco buscam empresas autorizadas para coleta e destinação, um outro fator limitante a ser considerado e relevante no contexto deste trabalho.

Verificou-se que a fiscalização quanto ao cumprimento desses prazos e as suas respectivas destinações finais empregadas não tem ocorrido

adequadamente, principalmente porque na grande maioria das empresas de desmonte a fiscalização ambiental não é comum, pelo fato desses empreendimentos não possuírem licença ambiental, com exceção de registros de denúncia quando acontecem.

Além disso, o banco nacional mencionado é direcionado para partes e peças passíveis de identificação e reutilização, resíduos e rejeitos não são informados neste sistema, além de considerar que o SNT não possui competência legal para gestão de resíduos sólidos, sendo este outro fator limitante.

Neste caso, sincronizar sistemas ambientais de rastreabilidade de resíduos e rejeitos do Estado e se existente em municípios, com este banco nacional, seja uma forma de promover a rastreabilidade. A obrigatoriedade das empresas de desmonte terem de se declarar, mesmo que estejam dispensadas de licenciamento, é importante, pois continuam sendo geradoras de resíduos sólidos e muitos destes podem ser perigosos.

Portanto, conhecer a diferença do total baixado que foi vendido em leilão e o total não vendido em leilão, permite avaliar o impacto na geração de resíduos veiculares, bem como saber o impacto de VS's destinados para fora do circuito de leilões.

O leilão é utilizado como principal canal reverso por pessoas jurídicas (organizações, bancos e seguradoras), pessoas físicas e pessoas jurídicas das administrações públicas diretas, autárquicas e fundacionais da União, dos Estados, do Distrito Federal e dos Municípios conforme previsto na Lei de Licitações e Contratos Administrativos (BRASIL, 2021).

Na citada Lei, a logística reversa para desfazimento e reciclagem de bens e refugos passa por processo licitatório, cuja modalidade para alienação de bens móveis inservíveis ou legalmente apreendidos (como ocorre nos órgãos de segurança pública e do poder judiciário) refere-se aos leilões. Neste sentido, pode-se dizer que é um dos maiores comércios do mundo.

Portanto, utilizar como base de referência na série histórica o quantitativo de VS's leiloados neste trabalho é muito justificável, pois sem leilão não tem liberação da maioria da frota sucateada de órgãos públicos (administrativos, de segurança ou judiciais) e privada, é quase que dizer que sem leilão não tem valorização de sucata veicular.

A ocorrência de leilões pode ser impedida em situações excepcionais como a pandemia da Covid-19, por interrupção de contrato com leiloeiro, dentre outros motivos a critério do realizador. São situações como essas que deixam os pátios de guarda e apreensão muitas vezes com lotação máxima e prejudicam a liberação de VS's como matéria-prima para as empresas de desmonte ou siderúrgicas.

Portanto, os eventos de leilão atuam como um balanço de entrada e saída de VS's, o que valida a escolha adotada no trabalho em alternativa aos dados de veículos em situação de baixados. Os dados obtidos são restritos dos leilões organizados pelo DETRAN-MG, exclusivamente de veículos com registros em Minas Gerais e que estejam apreendidos em um de seus pátios credenciados.

Destaca-se a falta de transparência de acesso aos dados de leilões realizados pelos demais atores participantes na venda de sucatas veiculares (sendo eles públicos e privados). A ausência de monitoramento, a carência de profissionais dedicados à gestão de dados, grupos de trabalhos constituídos há pouco tempo e leilões descontinuados foram os principais motivos verificados.

Na Figura 15, é apresentada a quantidade de veículos sucata leiloados no período de 2007 a 2022, com comportamento bastante irregular. Essa não é uma série estacionária (o desenho não é constante), aparentemente também não existe uma tendência (linha que forneça um parâmetro de crescimento/decrescimento) nela como um todo. Por essa razão, modelos de previsão lineares ou mesmo com pontos de repetição foram descartados.

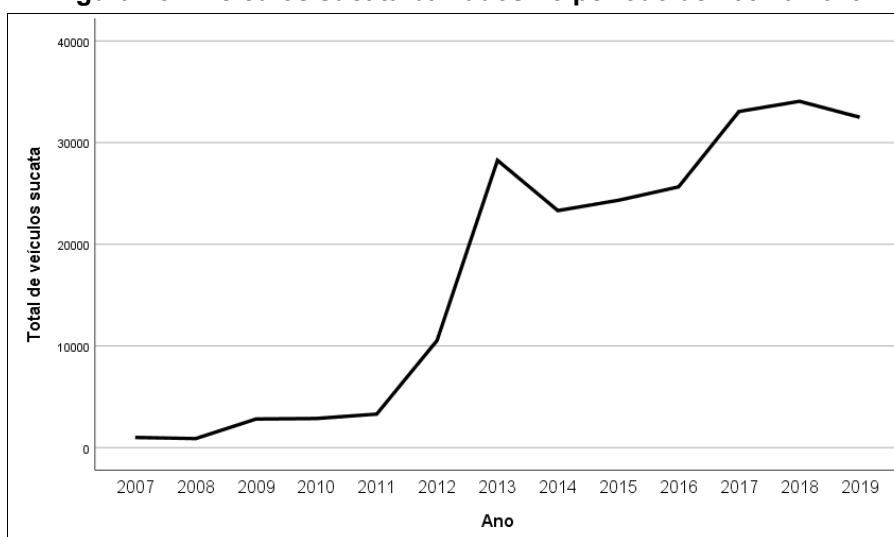
Figura 15 – Veículos sucata baixados no período de 2007 e 2022



Fonte: elaboração própria.

Por outro lado, na Figura 15 é possível perceber que o ano de 2020 tem um comportamento bastante diferente dos demais, apresentando uma queda abrupta de veículos sucata. Para melhor visualização, na Figura 16 são apresentados os dados entre 2007 e 2019.

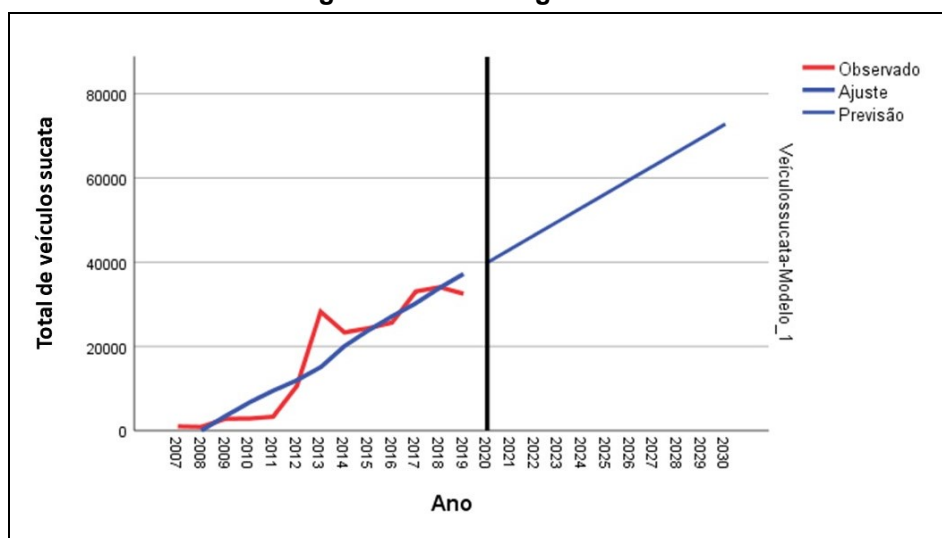
Figura 16 – Veículos sucata baixados no período de 2007 a 2019



Fonte: elaboração própria

Considerando esse corte, foi proposto um modelo temporal de previsão para o total de veículos sucata até o ano de 2030. A modelagem que melhor se adaptou ao formato dos dados foi HOLT. A Figura 17 mostra os valores observados e a linha ajustada e prevista a partir de 2020.

Figura 17 – Modelagem HOLT

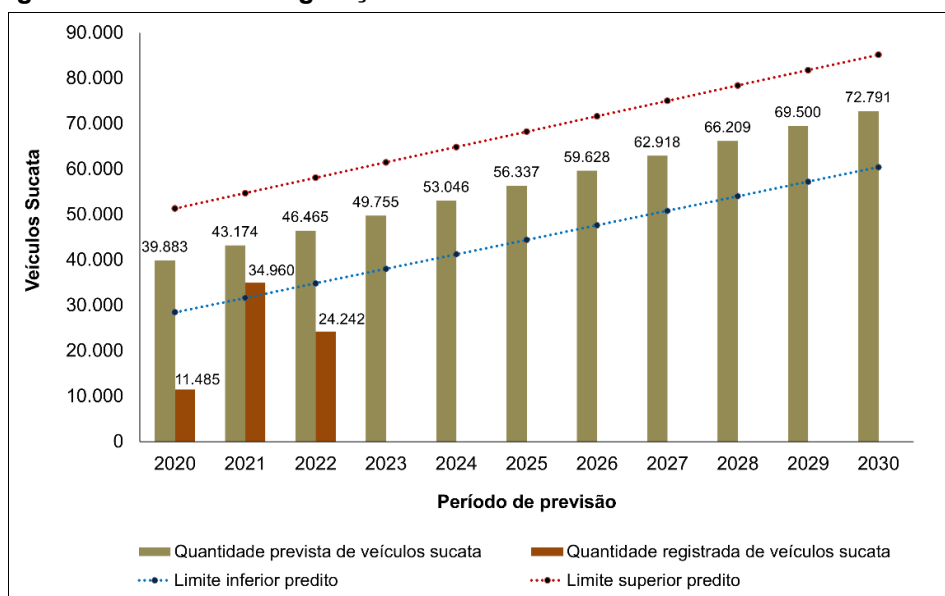


Fonte: elaboração própria.

Como os dados de 2020, 2021 e 2022 não foram utilizados para as projeções, é possível compará-lo com o valor que o modelo sugere e com isso de certa forma atestar a qualidade ou ter espaço para uma discussão mais teórica.

Na Figura 18, para o ano de 2020 e 2022 o valor observado está fora do intervalo predito. Para o ano de 2021, o valor observado está entre os limites inferior e superior preditos. A previsão obtida para 2030 foi de 72.791 VS's.

Figura 18 – Previsão da geração de veículos sucata em Minas Gerais até 2030



Fonte: elaboração própria.

A diferença entre os valores observados e preditos são justificáveis. No ano de 2020, o principal motivo na diminuição do número sucatas veicular foi à pandemia da Covid-19, os leilões ainda ocorriam em formato presencial e as medidas de isolamento impostas resultaram no cancelamento de 18 dos 29 leilões agendados, entre março e outubro de 2020.

Ademais, o recolhimento de grande parte da população durante o período de isolamento, reduziu o número de veículos em circulação, logo, os riscos de acidentes diminuíram, incluindo os sinistros de grande monta que consiste em uma das fontes de geração de VS's.

Segundo o Registro Nacional de Acidentes e Estatísticas de Trânsito (RENAEST), o menor registro de acidentes de todo o histórico monitorado desde 2018 é do ano de 2020, com queda vertiginosa de 45,10 % de fevereiro a abril, justamente no período crítico da pandemia.

Comparando o ano de 2019 com o ano de 2020 a redução observada foi de 16,42 % equivalente a 44.986 acidentes, de 2020 para 2021 houve um crescimento de 5,57 % e de 2021 para 2022 uma queda de 4 %. De 2018 a 2022, dos acidentes, 68,2 % envolvem automóveis e 17,7 % envolvem motocicletas.

O RENAEST não divulga as informações por monta, portanto, não é possível informar a participação precisa de perda total. Este é outro fator limitante dentro da análise direcionada para a geração de VS's, porque veículos segurados são recolhidos e destinados à leilões como sucatas, os não segurados, ficam sujeitos a destinação escolhida por seu proprietário que pode ser leilão ou não.

Conforme o Sindicato das Empresas de Seguros Privados, de Resseguros e de Capitalização dos Estados de Minas Gerais, de Goiás, do Mato Grosso e do Distrito Federal (SINDSEG), que informa ser representante de todas as empresas do setor em todas as instâncias de Minas Gerais, aproximadamente 70 % da frota circulante de automóveis não são segurados, portanto, outro fator limitante a ser considerado.

Ainda com relação à Figura 18, o total de apreensões permaneceu em queda de 2021 para 2022, com uma retração de 29,92 %, isto é, 55.748 veículos. Com menos veículos apreendidos, reduz-se aqueles passíveis de se tornarem sucatas e ir a leilão quando não reclamados por seu proprietário no prazo legal, ou quando já são apreendidos em condição deteriorada ou sem condições de circular.

Para que o país siga com a intenção de ter uma Política Nacional de Logística Reversa de Veículos Automotores, como já sinalizado no PLANARES e no PL nº 4.121 de 2020, em tramitação no Senado Federal com a proposição de inserir estes veículos como SLR no âmbito da PNRS (BRASIL, 2020), é imprescindível ter um sistema nacional de gestão de dados de veículos leiloados.

Além disso, torna-se necessário que a PNRS imprima um caráter compulsório de descarte de produtos pós-consumo em regiões onde haja sistema de logística reversa instituído (SLR), do contrário a adesão fica prejudicada, o que se aplica oportunamente na situação dos veículos automotores.

Como fazer o controle do que entra e do que sai em cada Estado se não houver integração entre eles? O Brasil tem uma vantagem, não entra veículo usado em seu território, somente veículos novos importados além do mercado nacional, o que favorece o controle interno. Mas e o que sai? Para onde que vai? Em qual quantidade? Ainda são desafios a serem enfrentados.

Qualquer pessoa (física ou jurídica) pode participar de leilões de qualquer lugar do país, em formato presencial ou eletrônico, na quantidade que quiser, e os veículos em circulação podem virar sucata em qualquer lugar, assim como serem desmontados e valorizados. Como controlar isso? É possível? Começar por uma unificação da gestão estadual seria o primeiro passo? É preciso avaliar.

Considerando a predominância dos leilões como canal reverso de VS's e como referência utilizada neste trabalho, resta saber se o que está sendo leiloado

está compatível com o que foi baixado e depois disso, mapear a rastreabilidade dos resíduos veiculares.

No ano de 2022, 24.242 veículos foram leiloados como sucata, logo, 24.242 baixas deveriam ter sido registradas. Quando comparamos o período de 03/12/2021 a 16/02/2023 na Tabela 8, equivalente a pouco mais de um ano, somente 23.360 baixas foram registradas, sendo inferior a quantidade de sucatas leiloadas.

Esta constatação reforça a necessidade de uma gestão nacional dos processos de leilão, que além das razões já mencionadas, demanda verificar as motivações que estejam envolvidas nessa diferença. A instituição do Sistema de Leilão Eletrônico (BRASIL, 2021) somada aos leilões eletrônicos realizados pelos leiloeiros oficiais é mais um motivo que justifica desenvolver um controle nacional.

A dimensão do problema que o Estado possui por não ter adequadamente o controle do total de veículos que deixam de circular, com diferentes atores atuando sem articulação, traz como resultado o comprometimento da rastreabilidade de futuros resíduos veiculares, perdendo transparência nas informações e retardando oportunidades para as cadeias reversas existentes.

Na Tabela 9 a seguir, é apresentada a taxa de renovação da frota calculada a partir da variação anual da frota registrada e da quantidade de veículos sucata leiloados em Minas Gerais, no período de 2006 a 2022:

Tabela 9 – Taxa de renovação da frota de Minas Gerais de 2006 a 2022

Ano	Frota registrada	Δ anual da frota registrada	Veículos sucatas leiloados	Taxa de renovação da frota
2006	4.826.580	-	-	-
2007	5.297.180	470.600	999	0,21%
2008	5.795.453	498.273	887	0,18%
2009	6.379.090	583.637	2.813	0,48%
2010	6.993.530	614.440	2.861	0,47%
2011	7.643.740	650.210	3.296	0,51%
2012	8.210.254	566.514	10.546	1,86%
2013	8.820.249	609.995	28.258	4,63%

Continua na próxima página.

Tabela 9 – Taxa de renovação da frota de Minas Gerais de 2006 a 2022

Ano	Frota registrada	Δ anual da frota registrada	Veículos sucatas leiloados	Taxa de renovação da frota
2014	9.302.724	482.475	23.311	4,83%
2015	9.754.398	451.674	24.322	5,38%
2016	10.124.493	370.095	25.644	6,93%
2017	10.523.738	399.245	33.060	8,28%
2018	10.958.867	435.129	34.062	7,83%
2019	11.450.349	491.482	32.491	6,61%
2020	11.708.672	258.323	11.485	4,45%
2021	11.637.977	70.695	34.960	-49,45%
2022	12.143.584	505.607	24.242	4,79%

Fonte: DETRAN-MG (2023)

Observa-se que a taxa de renovação da frota de cada ano retrata um cenário desproporcional, com uma capacidade de substituição ainda muito lenta, fator restritivo para as taxas de reciclagem propostas no PL nº 4121 de 2020 e muito visadas nos sistemas de logística reversa de muitos países avançados no tema.

A redução expressiva observada de 2020 para 2021 ocorre devido à redução do número de apreensão de veículos na Pandemia da Covid-19 tendo assim por algumas vezes, a prorrogação da exigência do licenciamento de veículos para o ano corrente, uma vez que esse motivo é uma das principais causas de apreensões (JULIANO, 2023).

Para se alcançar um grau de organização operacional, a exemplo da EUROSTAT utilizada entre os 27 Estados membros da União Europeia (EU, 2022), os desafios são enormes, as diretrizes precisam ser nacionais e integradas entre os estados, com bastante critério, do contrário, não há em que se falar em taxas de reciclagem.

5.2.3 Previsão da massa de resíduos veiculares

A variação em quantidade e massa de materiais é o fundamento da concepção dos veículos automotores, os quais apresentam uma gama diversa de possibilidades, seja por modelo, por ano de fabricação e por tipo veicular. Sem um controle preciso da composição destes veículos, torna-se difícil avaliar a geração de resíduos veiculares.

Os VS's são veículos destinados a desmontagem e que podem chegar em diferentes estados de conservação, esperados de estarem deteriorados e/ou descaracterizados, com perda significativa de massa de materiais, pois partes e peças são subtraídas, restando muitas vezes só a carcaça metálica.

Em contraponto com as distintas abordagens de frota circulante, todos os veículos que um dia foram fabricados são bens de consumo a servir uma finalidade, e tão logo deixam de ser úteis, se tornam resíduos sólidos disponíveis para diferentes destinações finais, ou são dispostos em casos necessários.

Todavia, em Minas Gerais, o nível de organização da cadeia reversa ainda não permite gerar estas informações. Portanto, neste trabalho, a quantificação da massa de resíduos sólidos a sofrerem destinação final a partir da geração de VS's em Minas Gerais utiliza três abordagens distintas que são diferenciais neste processo, considerando o estágio da gestão de VFV's no Estado.

A primeira abordagem refere-se às sucatas aproveitáveis, que fornecem peças e componentes para reutilização ou reparo, e por isso são completamente desmontadas para que haja a máxima recuperação de seu valor, restando apenas a parcela indesejada que acabam sendo rejeitos. Sem descaracterização, podem conter grande parte da composição de um veículo em circulação.

A segunda abordagem refere-se à sucata inservível, que apresenta estado avançado de deterioração, e permite recuperar seu valor a partir da reciclagem de materiais, pois está desprovida de partes e componentes, restando a reciclagem em siderúrgicas por apresentar muitas vezes o corpo metálico do veículo, que possui aproximadamente 70% de sua massa total (LEITE, 2017), que pode variar por tipologia veicular.

A terceira e última abordagem refere-se aos veículos não registrados nos DETRAN's, mas que circulam em perímetros restritos aos circuitos industriais para testes de fábrica e outros experimentos ou parcerias educacionais.

Essas diferentes formas de abordagem interferem diretamente no total da massa a ser reciclada, pois está condicionada à qualidade de conservação do VS bem como sua tipologia veicular, pois se tratando de veículos leves e pesados as diferenças são significativas como já apresentado nos capítulos anteriores.

Para mensurar a massa de resíduos sólidos gerada com as sucatas aproveitáveis, torna-se necessário quantificar tudo que não foi extraído em cada desmonte como peças ou componentes para reutilização ou nos locais de recebimento dos veículos não registrados. Quanto à parcela das sucatas inservíveis, quantifica-se a massa vendida em leilão de acordo com a quantidade de cada lote disponibilizado.

No Estado de Minas Gerais, citam-se dois exemplos para comparação. O primeiro e deles refere-se ao único leilão realizado pelo DETRAN-MG em outubro de 2020 que disponibilizou 252 veículos sucata inservível, totalizando 113.929,6 Kg, isto é, 452,10 Kg/veículo.

O segundo exemplo, refere-se a Polícia Rodoviária Federal de Minas Gerais (PRF-MG) que leiloou em fevereiro de 2021, 285 veículos sucata inservíveis totalizando 166.876 Kg, isto é, 585,52 Kg/veículo. Deste total foram, 87,69 Kg/motocicleta, 739,63 Kg/veículo leve e 6.572,88/caminhão.

Nota-se a diferença para ser atribuída no gerenciamento de resíduos de VS's, um grande desafio nesse contexto reside no fato de que a grande maioria dos leilões de VS's consistem em sucatas aproveitáveis, cuja prioridade são peças para reposição, os resíduos e rejeitos gerados não são reportados pelos desmontes.

Além disso, a fração da massa por tipologia é determinante, por isso a geração desses resíduos precisa ser olhada por tipologia veicular pois além da massa, a natureza dos materiais também pode apresentar importantes variações.

Não obstante, os veículos não registrados são os que possuem a massa original de seu tipo veicular, possibilitando a geração de diferentes materiais

(ou seja, são carros novos que passam a ser desmontados), todavia é uma parcela minoritária em vista das demais e com grandes incertezas de geração.

Mediante o contexto apresentado, considerando dados aplicáveis a realidade do Estado de Minas Gerais, e todas as limitações mencionadas, e considerando a geração de 72.791 VS's para 2030, adotou-se neste trabalho a média entre os leilões de sucatas inservíveis realizados entre 2020 e 2022 no Estado que fornece o quantitativo por massa líquida, resultando em 518,81 Kg/VS, totalizando 37.765 toneladas para tratamento no Estado em 2030.

Destaca-se a necessidade de que a massa de resíduos geradas nos desmontes seja informada para refinar futuras análises, bem como a massa gerada nos programas de renovação de frota, sendo mais difícil neste caso o reporte de pessoas físicas e outras fontes de geração específicas, mas que se atenua por representarem a menor parcela desta realidade.

5.3 Geração potencial de VFV's em Minas Gerais

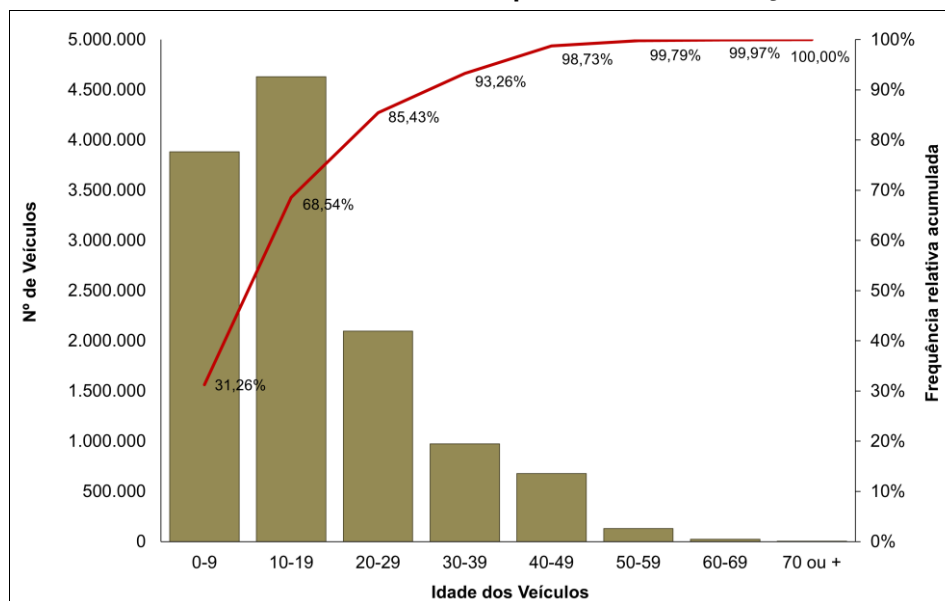
No Estado de Minas Gerais, foram contabilizados 12.488.389 milhões de veículos na frota em 2021, a idade média calculada foi de 16,68 anos. Na Figura 19, 70,01% dos veículos em circulação apresentam até 20 anos de uso, os restantes 29,99% que equivalem a 3,7 milhões de veículos, apresentam 20 anos de uso ou mais (BRASIL, 2022).

No Estado, é vigente a Lei nº 21.067 de 2013 que estabelece que os caminhões registrados no DETRAN-MG com data de fabricação igual ou superior a 30 anos estão aptos à renovação da frota, devendo estes ser destinados à reciclagem (MINAS GERAIS, 2013).

A iniciativa mais recente, modelada com objetivo da reciclagem, é o Programa Renovar instituído pela Lei nº 14.440 de 2022. Este programa utiliza a idade como um dos critérios de elegibilidade para caminhões, além de ônibus e outros tipos veiculares, mas também outros critérios definidos em regulamento. Os veículos eleitos devem ser baixados e reciclados (BRASIL, 2022).

Ambos os programas são independentes e foram criados em momentos distintos, mas convergem no objetivo de retirar os veículos pesados que estejam obsoletos de circulação, pois estes são mais propensos a emitir poluentes e apresentam menos segurança viária, por isso a idade de fabricação é um critério de seleção.

Figura 19 – Frota circulante em Minas Gerais por idade de fabricação veicular em 2021



Fonte: elaboração própria. Dados utilizados da base SENATRAM de 2021.

No último Inventário Nacional de Emissões e Remoções Antrópicas de Gases de Efeito Estufa do setor de Energia, foi mostrado que em 2016, os ônibus (urbano, rodoviário e micro-ônibus) eram somente 0,6 % da frota circulante, no entanto, responderam por 11,2 % do total de CO₂ (combustíveis fósseis) emitido pelo transporte rodoviário (BRASIL, 2020).

Segundo o citado Inventário, os caminhões participavam em pequena parcela, com 3,1 % da frota circulante, mas emitiram 46,4 % do CO₂ do transporte rodoviário. As duas categorias juntas responderam por 57,6 % das emissões desse GEE em 2016 (BRASIL, 2020), motivos que além da idade, fazem destes veículos prioritários na renovação de frota em um primeiro momento.

Pela Figura 19, nota-se que 14,3% da frota circulante em 2021 se enquadram pela idade de fabricação. Não foi possível aferir a parcela de caminhões, pois o registro do ano de fabricação por tipologia veicular não foi fornecido pela

SENATRAN, uma vez que esta informação não está consolidada no Sistema RENAVALAM.

Neste caso, seria necessário desenvolver uma ferramenta de busca para extrair os dados e realizar a consolidação das informações resultantes, requerindo trabalho adicional do órgão, o qual se justificou no inciso III, do art. 13 do Decreto nº 7.724 de 2012, que regulamenta a Lei de Acesso à informação (LAI) (BRASIL, 2012).

A Lei Ordinária nº 23.592 de 2020 cria o Programa de Reciclagem de Resíduos Veiculares (PRPV), que dispõe sobre o incentivo à progressiva substituição de veículo obsoleto mediante a facilitação da aquisição de veículo novo ou seminovo, sendo veículo obsoleto aquele com mais de 20 anos de fabricação e sem distinção da tipologia veicular (MINAS GERAIS, 2020).

Assim, pela Figura 19, pode-se afirmar que 29,99% da frota circulante no Estado são obsoletas. Mantidas suas disposições originais, a citada lei a partir da vigência de seu decreto regulamentador em Minas Gerais, demandará progressivamente a correta destinação de 3,7 milhões de veículos que tornar-se-ão sucata.

Em outra análise, o imposto sobre a propriedade de veículos automotores (IPVA) integra este contexto como um meio de controle indireto de obsolescência da frota circulante. Em Minas Gerais foi instituído pela Lei nº 14.937 de 2003 (MINAS GERAIS, 2003), que define sua base de cálculo como sendo o valor venal do veículo, ou seja, quanto mais novo o veículo mais oneroso é o imposto.

Este tributo é um importante instrumento de avaliação em políticas direcionadas para a renovação da frota, pois a isenção reduzida durante a progressão da idade bem como a rescisão de sua incidência em idades avançadas, pode acabar estimulando a permanência de veículos velhos em circulação.

Em Minas Gerais, o IPVA deixa de incidir utilizando outros critérios conforme preconizado no art. 3º da citada lei. Entretanto, o mesmo não ocorre em 18 dos 27 Estados brasileiros no ano de 2023, cujos benefícios fiscais prejudicam a substituição de veículos em péssimo estado de conservação⁷.

Assim, torna-se necessário que as Secretarias de Fazendas Estaduais articulem suas políticas com as políticas nacionais para não comprometer os programas de renovação de frota vigentes, pois a coexistência delas não procede já que seguem direções opostas.

De outro modo, subsídios ou redução do IPVA para veículos mais novos como estímulo a renovação precisa ser avaliado, para evitar situações de estímulo ao consumo desenfreado, é preciso encontrar um ponto de equilíbrio.

Segundo a Diretoria de Informações Econômicas e Fiscais da Secretaria de Estado da Fazenda de Minas Gerais, o programa de incentivo à renovação da frota no Estado recebeu muitos esforços do governo estadual na divulgação dos benefícios, entretanto, até agosto de 2022, somente uma adesão foi registrada (SOUZA, 2022).

O preço de revenda do caminhão inservível e a grande diferença de valores entre o caminhão a ser vendido como sucata e o caminhão 0 Km (que nos termos da lei poderia ser isento de Imposto sobre Circulação de Mercadorias e Serviços (ICMS) e IPVA, tenha sido o grande impeditivo de sucesso do programa (SOUZA, 2022).

A citada Diretoria destaca que um caminhão sucateado ou em péssimo estado de conservação apenas é utilizado por quem não possui condições financeiras de adquirir um de maior valor, e que o valor do IPVA nestes casos é irrelevante, não é um benefício que estimulará o sucateamento definitivo de um veículo (SOUZA, 2022).

⁷ Amapá, Rio Grande do Norte e Roraima isentam de IPVA, veículos a partir de 10 anos de fabricação. Amazonas, Rondônia, Pará, Goiás, Maranhão, Paraíba, Piauí, Sergipe e Rio de Janeiro não incidem o IPVA em veículos a partir de 15 anos, no Mato Grosso a idade de isenção aumenta para 18 anos, e em Santa Catarina e no Tocantins são 30 anos para acesso a esse benefício fiscal.

A título de exemplo, a tabela FIPE expressa preços médios negociados no mercado nacional, em dezembro de 2022 apresentou como preços médios aproximados R\$ 800 mil para caminhões novos a diesel e R\$ 200 mil para caminhões a diesel com 10 anos de fabricação.

Estes valores comparados com o rendimento mensal domiciliar *per capita* no Estado de Minas Gerais que foi de R\$ 1.529,00 em 2022 (IBGE, 2022) frente a ausência de incentivos financeiros adequados, faz estas iniciativas não atingirem seus objetivos, pois sua adesão se torna impraticável.

No caso dos caminhões, por exemplo, a alíquota de IPVA é 1% do valor histórico dos veículos, uma vez que as maiorias desses veículos não possuem tabela FIPE (referência para o lançamento do IPVA) por serem muito antigos (SOUZA, 2022). A tabela FIPE apresenta valores somente a partir de janeiro de 2001.

Além disso, a citada Diretoria aponta para as necessidades da isenção do Imposto de ICMS na aquisição do veículo novo (12%), isenção de IPVA nos próximos 5 anos (5%), financiamento pelo Banco de Desenvolvimento de Minas Gerais (BDMG) com juros próximos de zero por um prazo de 10 anos (SOUZA, 2022).

Complementa-se que tais necessidades precisam de complemento da fiscalização efetiva dos órgãos de trânsito quanto ao estado de conservação dos veículos em circulação, apreendendo e aplicando pena de sucateamento de ofício (SOUZA, 2022).

Ao mesmo tempo, a fiscalização conjunta dos órgãos ambientais e policiais nos frotistas e autônomos, com exigência de vistorias anuais além das apreensões, são medidas duras e impopulares, portanto, de difícil implementação (SOUZA, 2022)

Segundo o Decreto nº 11.276 de 2022, em seu artigo 6º, as empresas contratadas para exploração e produção de petróleo e gás natural poderão aplicar recursos destinados à pesquisa, ao desenvolvimento e à inovação para

promover, no País, a renovação da frota circulante no âmbito do Renovar (BRASIL, 2022). Todavia, em nenhum momento é citada a indústria automobilística.

Por fim, os caminhões novos circulam nas rodovias, depois passam a circular somente em pequenos trechos e nas cidades, depois são vendidos para as cidades do interior ou para a periferia das capitais e em momento posterior vão para o meio rural. Quando sem mais condições de uso, suas peças são retiradas e usadas nos “menos velhos”, então, esse ciclo de vida somado à questão socioeconômica do país, dificulta a saída destes de circulação (SOUZA, 2022).

Diante do exposto, depreende-se que atuações paralelas entre governos só dificultam os avanços sociais, econômicos e ambientais necessários, políticas comuns, mas desarticuladas acabam sendo substituídas ou finalizadas. Porque não pensar em um trabalho de unificação da gestão (integrado entre Estados e Governo Federal) para renovação da frota, oportunizando novos parceiros financeiros e escalonando o público a ser assistido?

Enquanto as iniciativas não avançam pelos motivos expostos e pela falta de convergência de ideias ou metas entre seus atores, seja no âmbito da segurança viária ou no controle das emissões veiculares, a geração potencial de VFV's através destas iniciativas se torna inexpressiva, um fator limitante a ser enfrentado.

5.4 Caracterização do fluxo reverso de VFV's em Minas Gerais

5.4.1 Geração

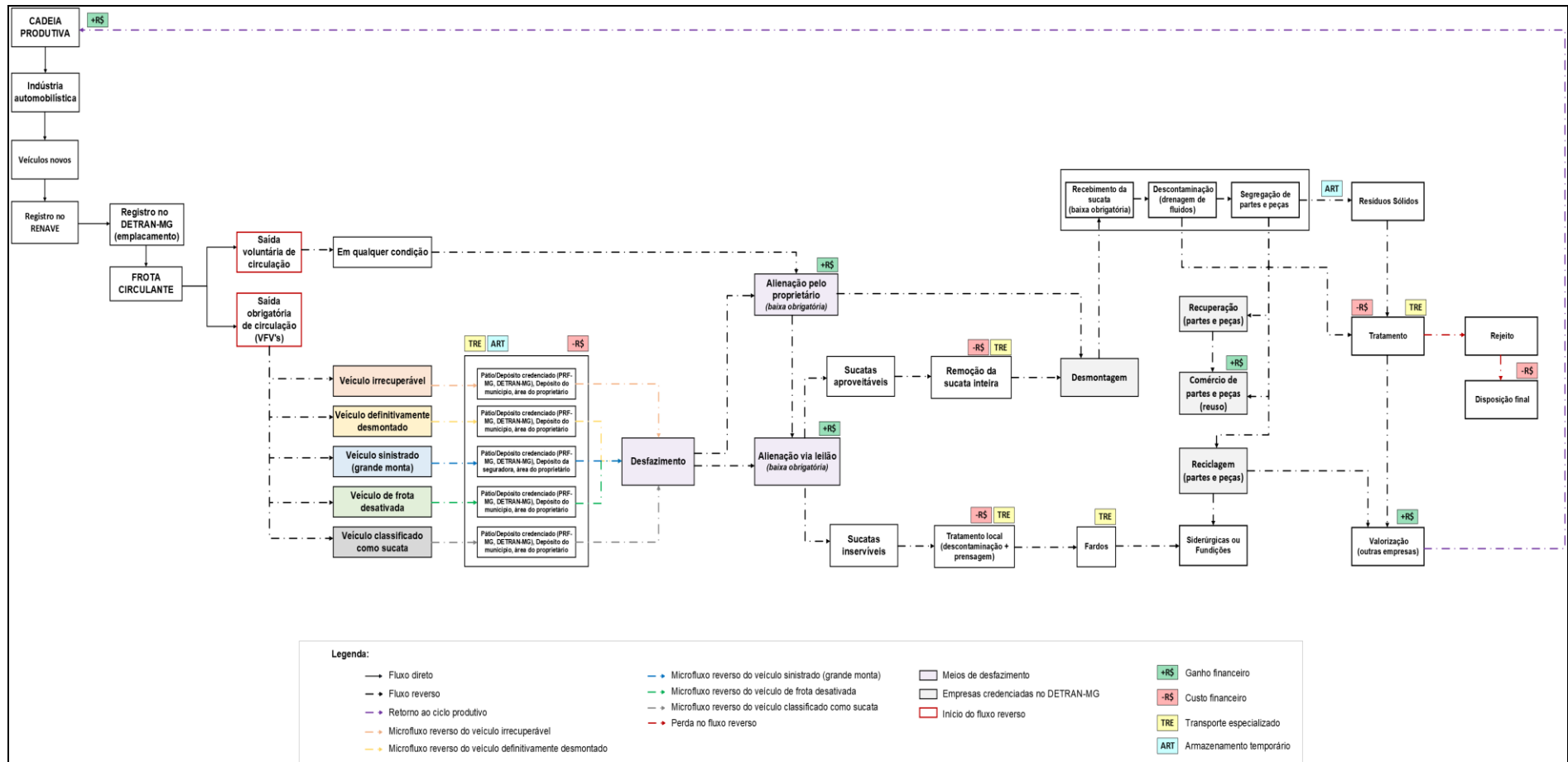
Em 2022, o DETRAN-MG implementou o Registro Nacional de Veículos em Estoque (RENAVE), uma exigência da SENATRAN, e a partir de então, somente os veículos novos inseridos no RENAVE são emplacados no Estado de Minas Gerais, uma iniciativa de combate às fraudes relativas ao primeiro emplacamento (MINAS GERAIS, 2022).

Após a entrada em circulação, diferentes motivações levam os veículos a atingirem seu fim de vida, alguns mais precocemente outros utilizados por décadas. O número de identificação veicular (chassi) do veículo e sua placa são as identificações do veículo em todo seu ciclo de vida, da entrada em circulação até sua baixa veicular.

Os veículos que atingem seu fim de vida se tornam veículos sucatas, aguardados para desfazimento e destinação final ambientalmente adequada. Assim, inicia-se um fluxo reverso que segundo a PERS-MG compreende a série de etapas por que passam estes resíduos, da geração até a destinação final (MINAS GERAIS, 2009).

As etapas do fluxo reverso de veículos sucata (VFV's) em Minas Gerais referem-se à geração, remoção (coleta e transporte), guarda (armazenamento), desfazimento, transporte e destinação final, conforme é apresentado na Figura 20 a seguir.

Figura 20 – Fluxo reverso de veículos em fim de vida no Estado de Minas Gerais



Fonte: elaboração própria.

O início do fluxo é motivado pela saída obrigatória e saída voluntária de circulação. Os veículos de saída obrigatória são veículos irrecuperáveis, definitivamente desmontados, sinistrados de grande monta, de frota desativada e classificados como sucata. Os veículos de saída voluntária compreende veículos alienados em qualquer condição pelo proprietário, que podem ser conservados ou sucata.

Em ambas as saídas, o veículo sucata para deixar de ser veículo e ser somente sucata precisa ser baixado definitivamente pelo DETRAN-MG. Algumas prefeituras em Minas Gerais possuem convênio com este órgão para efetivar suas próprias baixas (BATISTA, 2022). No Quadro 7 são apresentados os atores participantes em cada uma dessas etapas:

Quadro 7 – Atores participantes do fluxo reverso de veículos em fim de vida em Minas Gerais

Etapa do fluxo	Atores
Geração (saída de circulação)	Proprietários compostos por pessoa física e pessoa jurídica de direito público e privado.
Remoção	Empresas de seguros, órgãos executivos de trânsito municipais, estaduais e federais e órgãos de segurança pública.
Transporte	Empresa de transporte (guincho, reboque, cegonha).
Guarda	Depósito/pátio credenciado de remoção e guarda, depósito municipal; proprietário (área particular).
Desfazimento	Leiloeiro Público Oficial, servidor público designado como leiloeiro (de diferentes órgãos nas três esferas administrativas).
Destinação Final	Empresas credenciadas no DETRAN-MG, indústria de transformação, empresas de valorização de resíduos sólidos.

Fonte: elaboração própria

5.4.2 Remoção e guarda

A primeira forma de entrada no fluxo ocorre mediante as apreensões por ato administrativo ou de polícia judiciária, abandono em via pública e sinistros de grande monta (perda total), segundo as motivações de saída obrigatória apresentadas.

Os veículos recuperados de furto e roubo são apreendidos pela Polícia Militar de Minas Gerais (PMMG) e Polícia Civil de Minas Gerais (PCMG) e levados para os depósitos fixados do órgão de trânsito com circunscrição sobre a via.

A restituição do veículo apreendido em razão de ilícito criminal não onera o proprietário (desde que este não esteja envolvido) com os custos de remoção e estadia no depósito (MINAS GERAIS, 2022).

Todavia, se o veículo recuperado possuir débitos ativos, é preciso quitá-los para efetivar sua liberação. O proprietário é notificado e na ausência de providência por parte do proprietário, após o prazo da notificação, decorridos 60 dias da remoção, o veículo fica sujeito a ser levado à leilão (MINAS GERAIS, 2022).

Os veículos sinistrados de grande monta que estejam segurados no momento do acidente são removidos por empresas contratadas pelas seguradoras. Em seguida, são levados para oficinas conveniadas ou pátios das seguradoras, onde estas realizam a vistoria e indenizam ao segurado integralmente o valor da importância segurada do veículo. Os chassis são recortados e é registrada a baixa do veículo junto ao DETRAN-MG (LEÃO, 2023).

A remoção de veículos não segurados e que sofreram grande monta é de responsabilidade do proprietário. Na falta do responsável pelo veículo no local do acidente, o órgão de trânsito remove para o pátio mais próximo. O proprietário posteriormente é notificado para recuperar seu veículo:

“É dada a oportunidade ao proprietário que não tenha seguro entrar em contato com o guincheiro para que a pessoa retire para ele, se tiver uma pessoa maior de idade no caso em que o motorista precisou ser socorrido, e essa quer ficar responsável pelo veículo desde que não seja na via. Por exemplo, se ele mesmo consegue empurrar o veículo para fora da via e ficar responsável por ele, não tem problema nenhum. Agora, se o veículo ficar sobre a via, independente se o usuário falar que o seguro vai vir de São Paulo, vai demorar, vai chegar amanhã, e está obstruindo a via e pode provocar um acidente, aí o policial tem essa discricionariedade de avaliar e falar olha, infelizmente isso aqui pode provocar um acidente, eu vou pedir

o pátio credenciado para pegar esse veículo e amanhã você o busca no pátio, então é feito dessa forma” (ENT 1).

Quando o acidente ocorre em circunscrição com atuação da PMMG, o policial militar verifica os danos existentes nos veículos envolvidos e obrigatoriamente faz o lançamento de todas as estruturas danificadas no Sistema REDS. A avaliação do dano sofrido é feita de maneira automática pelo Sistema REDS, de acordo com as estruturas danificadas que são noticiadas (MICHALICK, 2022).

A remoção de veículos é feita, independentemente do veículo ser segurado, em regra, pelas empresas de reboque credenciadas para prestar serviços para o ente estatal competente, sendo oportunizado a remoção do veículo pelo proprietário, caso não existam irregularidades passíveis da medida administrativa de remoção (MICHALICK, 2022).

O veículo rebocado se não for reclamado dentro de 60 dias, fica sujeito a ser encaminhado para leilão. As empresas de remoção (pessoa natural ou jurídica de direito privado) devem ser credenciadas junto aos órgãos de trânsito competentes.

Nas estradas e rodovias federais de Minas Gerais, os veículos são apreendidos pela PRF-MG e posteriormente transportados aos pátios de remoção e guarda contratados.

“Nós temos cerca de 23 pátios conveniados, distribuídos em todo o Estado. [...] quando termina o contrato com esses pátios tem um problema, [...] os veículos não desaparecem. Acabou, e o pátio está querendo entregar o local, aí tem que pegar os veículos e levar [...]. Algumas unidades nossas ainda tem alguns veículos por causa desse problema [...]” (ENT 1).

Na eventualidade de algum impedimento de envio do veículo apreendido ao pátio mais próximo, este é levado temporariamente para os postos de operação da PRF-MG nas rodovias, gera-se pois um passivo, pois estes postos não possuem a finalidade de armazenamento de veículos.

Em rodovias estaduais, a remoção é realizada pelo Departamento de Estradas e Rodagem (DER) através de agentes próprios ou mediante convênio com a Polícia Militar (SALATIEL, 2022). A remoção segue para os pátios de remoção e guarda credenciados no DETRAN-MG.

Nestes pátios, 25% das vagas são reservadas para apreensões oriundas de Polícia Judiciária⁸ (inclui recuperação de veículos de furto e roubo), conforme determinado no Decreto nº 47.072, de 2016 (MINAS GERAIS, 2016).

Apreensões em vias urbanas são realizadas pelo DETRAN-MG e/ou PMMG segundo convênio de cooperação técnica, administrativa e operacional, no âmbito da competência do DETRAN-MG. A PMMG pode atuar de forma isolada ou conjunta com os agentes do DETRAN-MG ou da PCMG (MINAS GERAIS, 2022).

Para as ocorrências de entrada de sucata sem identificação nos pátios, o DETRAN-MG pericia o recebimento e o gestor do pátio informa no Sistema de Apreensão e Leilão de Veículos (SIAL) as informações acompanhadas do Registro de Defesa Social (REDS). Posteriormente, a sucata fica disponível no pátio para ir a leilão. Outros casos específicos, também são direcionados à leilão:

“Veículo apreendido com placa de outro Estado vai para leilão como sucata se o DETRAN de origem não retornar o contato” (Registro de visita técnica em pátio credenciado complementar ao ENT 2).

É importante destacar que a baixa do veículo que ocorre no pátio difere da baixa veicular, pois um veículo apreendido que foi liberado é baixado no pátio mas não significa que esteja baixado no DETRAN-MG.

Cada pátio deve possuir espaço para armazenar no mínimo 1 % da frota estimada no município quando do momento do credenciamento, ou ter área mínima de 10.000 m² se credenciado em Belo Horizonte, em todos, 30% da área total tem que ser coberta (MINAS GERAIS, 2022):

⁸Competência constitucional da Polícia Rodoviária Federal e Polícia Civil no Estado de Minas Gerais.

“As áreas cobertas priorizam os veículos conservados para evitar sua deterioração já que possuem grande chance de voltar a circular. A divisão da área também considera o fluxo de entrada e saída (liberações mais rápidas e liberações mais demoradas) no pátio. Em geral, carros apreendidos por motivos de licenciamento atrasado são mais fáceis de tirar” (Registro de visita técnica complementar ao ENT 2)

Na utilização dos pátios, os veículos sucatas ficam armazenados em áreas abertas e muitas vezes devido a lotação do espaço, podem ser encontrados empilhados uns sobre os outros conforme é mostrado na Figura 21. Quando o veículo apreendido no pátio é arrematado como sucata, o pátio faz a triagem do veículo com acompanhamento do perito do DETRAN-MG e retira a identificação (chassi e placa).

De acordo com a Diretoria de Zoonoses da Secretaria Municipal de Saúde (SMSA), as equipes de combate as endemias em Belo Horizonte realizam o monitoramento e o tratamento químico quando necessário, de todas as áreas com características potenciais de proliferação do mosquito *Aedes aegypti* e outros animais sinantrópicos, incluindo os pátios de apreensão de veículos, que são em sua maioria ligados ao DETRAN/MG.

O grande desafio da Prefeitura de Belo Horizonte com os pátios de apreensão é a resolução definitiva do problema, pois uma vez não solucionado, o tratamento químico torna-se necessário para mitigação dos riscos à saúde da população no entorno (SMSA, 2022).

Figura 21 – Veículos sucata guardados em pátio credenciado em Belo Horizonte



Fonte: registro próprio

As apreensões também ocorrem por meio das Circunscrições Regionais de Trânsito (Ciretrans) que podem englobar mais de um município, estas são subordinadas às Delegacias Regionais da Polícia Civil. Soma-se a estas, os órgãos de trânsito municipal, desde que estejam integrados ao SNT (BRASIL, 2020).

Nas situações de abandono em via pública, não existindo vínculo com qualquer infração de trânsito, cabe à prefeitura local o tratamento do veículo, é ela que controla a relação de veículos nessa situação (BATISTA, 2022). O veículo abandonado sem identificação é considerado resíduo sólido urbano e a responsabilidade de sua remoção é atribuída à municipalidade.

De outro modo, se o estado de abandono verificado ocorrer em via pública em situação que infrija a legislação de trânsito (por exemplo, estacionamento em local proibido), a remoção é feita pelo órgão de trânsito com circunscrição sobre a via e é direcionada para os pátios credenciados no DETRAN-MG.

Em rodovias federais, ocorrências de abandono são atípicas, como são vias de fluxo constante, não ocorre abandono com frequência como se verifica dentro de centros urbanos. Quando chega a ocorrer, para a desobstrução do local de modo a evitar acidentes, a remoção ocorre pela PRF-MG:

“A maior parte das apreensões é de natureza administrativa, em 2022, de 4.813 veículos apreendidos pela PRF-MG, 198 eram recolhimentos de abandono e 3.600 por motivos de apreensão no CTB, o restante por outros motivos variando entre furto e roubo, clonagem etc” (ENT1).

As remoções priorizam o depósito mais próximo para guarda. Para pátios credenciados no DETRAN-MG, além da proximidade é observado o rodízio entre pátios da mesma circunscrição de modo a evitar desproporcionalidade entre eles (MINAS GERAIS, 2021). Os pátios credenciados na PRF-MG não utilizam rodízio.

No CTB, é previsto que o veículo apreendido ou removido a qualquer título e não reclamado por seu proprietário dentro do prazo de 60 dias contado da data de remoção, será avaliado e levado a leilão a ser realizado preferencialmente por meio eletrônico. Na sinalização de novo leilão, os pátios se organizam:

De 60 em 60 dias o pátio informa os veículos aptos à leilão e de 30 em 30 dias as fotos dos veículos são atualizadas. As vistorias de veículos acontecem já pensando nos leilões, é informado no SIAL uma listagem de veículos que vão à leilão (Registro de visita técnica complementar ao ENT 2).

Neste mesmo prazo, se o veículo apreendido possui alguma restrição judicial ou policial, e se a autoridade responsável por essa restrição não se manifesta, estará o órgão de trânsito autorizado a promover o leilão do veículo (BRASIL, 2015).

Em Minas Gerais, soluções conjuntas entre DETRAN-MG, PRF-MG e o poder judiciário estão sendo buscadas, pois a guarda de veículos com impedimentos judiciais por período superior aos prazos estabelecidos ainda é uma realidade no Estado.

A liberação do veículo apreendido é condicionada a regularização da motivação de sua entrada no pátio que inclui a quitação dos débitos existentes (IPVA, multas, seguro DPVAT, despesas de remoção, estadia no depósito)

(MINAS GERAIS, 2012). É estabelecido o limite de 6 meses para pagamento de despesas de remoção e estada nos pátios (BRASIL, 2016).

Como exemplo, com os preços atuais praticados nos pátios credenciados no DETRAN/MG, o custo de recuperação do veículo apreendido é de R\$ 9.293,63 para veículos com peso bruto total inferior a 3.500 Kg, R\$ 11.246,89 para veículos com peso bruto acima de 3.500 Kg e R\$ 5.615,89 para motocicletas e outros veículos de duas rodas ou três rodas (MINAS GERAIS, 2022).

Portanto, este cenário dificulta a retirada do bem apreendido na grande maioria das situações, os quais acabam sendo abandonados nos pátios por seus proprietários e posteriormente são encaminhados à leilão, especialmente veículos sucata, que apresentam um valor residual de mercado e não são reclamados.

5.4.3 Desfazimento

O veículo automotor é um bem móvel e consumível conforme classificação de bem definida no Código Civil e um bem de consumo durável conforme a classificação das Grandes Categorias de Atividades Econômicas (GCAE) do IBGE.

O Código Civil também traz o conceito de alienação como a “perda de sua propriedade” (BRASIL, 2022), assim, veículos que não atendem mais a sua finalidade original são bens de consumo duráveis descartados pelo proprietário por venda direta ou mediante processos de leilão.

O leilão é um canal reverso de desfazimento de bens, no Brasil é definido na Lei de Licitações como a “modalidade de licitação para alienação de bens móveis ou bens imóveis inservíveis ou legalmente apreendidos a quem oferecer o maior lance” (BRASIL, 2021).

Esta lei se aplica aos proprietários quando eles consistem na Administração Pública direta, autárquica e fundacional da União, dos Estados, do Distrito Federal e dos Municípios conforme Lei 14.133, de 2021, além de abranger:

“I - os órgãos dos Poderes Legislativo e Judiciário da União, dos Estados e do Distrito Federal e os órgãos do Poder Legislativo dos Municípios, quando no desempenho de função administrativa;

II - os fundos especiais e as demais entidades controladas direta ou indiretamente pela Administração Pública” (BRASIL, 2021).

Quando se trata de empresas públicas, sociedades de economia mista e subsidiárias, aplica-se a Lei das Estatais, neste caso a alienação deve ser precedida de licitação, salvo quando os preços sejam compatíveis com os praticados no mercado e que o objeto do contrato tenha relação com a atividade da contratada prevista em seu estatuto social (BRASIL, 2016).

No Estado de Minas Gerais, os leilões são realizados obrigatoriamente por Leiloeiros Públicos Oficiais (LPO) devidamente matriculados na Junta Comercial do Estado de Minas Gerais (BOMFIM, 2022) conforme determinações aplicáveis do Decreto nº 21.981, de 1932 (BRASIL, 1932).

Atualmente, são 168 leiloeiros com matrícula ativa. Estes podem realizar os leilões dentro de suas próprias casas ou fora delas, inclusive por meio da rede mundial de computadores, de tudo que, por autorização dos donos dos bens por alvará judicial, forem encarregados (BRASIL, 1932).

Quando trata-se de frota apreendida, cabe aos órgãos executivos de trânsito competentes realizar os devidos processos de leilão, como ocorre por exemplo, com o DETRAN-MG e a PRF-MG, na medida das atribuições de cada órgão.

No âmbito da Administração Pública, os leilões de todos os bens públicos do Estado de Minas Gerais é de responsabilidade da Secretaria de Planejamento e Gestão (SEPLAG), se o leilão é de veículo, este procedimento em geral é cometido a servidor público (BOMFIM, 2022).

Caso seja realizado por leiloeiro oficial, este é selecionado mediante credenciamento ou licitação via pregão, utilizado o critério do julgamento de maior desconto para as comissões a serem cobradas, e:

“Art. 42. Nas vendas de bens móveis ou imóveis pertencentes à União e aos Estados e municípios, os leiloeiros funcionarão por

distribuição rigorosa de escala de antiguidade, a começar pelo mais antigo;

Art. 43. Nas vendas judiciais, de bens de massas falidas e de propriedades particulares, os leiloeiros serão da exclusiva escolha e confiança dos interessados, síndicos, liquidatários ou comitentes, aos quais prestarão contas de acordo com as disposições legais” (BRASIL, 1932).

Ainda segundo o referido decreto:

“Art. 24. A taxa da comissão dos leiloeiros será regulada por convenção escrita que, sobre todos ou alguns dos efeitos a vender, eles estabelecerem com os comitentes. Em falta de estipulação prévia, regulará a taxa de 5% (cinco por cento), sobre moveis, mercadorias, joias e outros efeitos [...];

Parágrafo único. Os compradores pagarão obrigatoriamente cinco por cento sobre quaisquer bens arrematados” (BRASIL, 1932).

Considerando os veículos sucata, o lance mínimo definido impacta diretamente para o arrematante, por se tratar de bens a serem arrematados com destino a desmontagem e reciclagem, a regulação de mercado atribui um preço que não viabiliza o negócio que já sofre com a falta de incentivo no país, a precificação de lotes de sucata com características similares varia muito, e isso precisa ser considerado.

Mesmo apresentando características muito similares, a precificação da sucata ainda não possui uma metodologia padronizada para leilão, a taxa de comissão do leiloeiro é outro aspecto que influencia, então o interessado pesquisa os leilões que ofertam o melhor preço, que seja viável ao seu negócio e dentro de sua capacidade de pagamento.

Os leilões podem ocorrer na modalidade presencial e/ou eletrônica, a modalidade eletrônica (virtual) é obrigatória nos leilões do DETRAN-MG (MINAS GERAIS, 2022). Mesmo em meio eletrônico, as sucatas são dispostas em lotes que possuem visitaçao presencial informada com antecedência pelo realizador do leilão.

Nos termos do artigo 70, da Instrução Normativa DREI nº 52, de 2022, os leilões presenciais ou simultâneos (presencial e eletrônico) devem recair sobre o leiloeiro matriculado na junta comercial da Unidade Federativa (UF) onde se localiza o bem. Os leilões exclusivamente eletrônicos podem recair sobre o leiloeiro matriculado em qualquer UF, sendo de livre critério do contratante comitente (JUCEMG, 2022).

A alienação pelo proprietário ou venda direta pode ser presencial ou virtual por meio de plataformas de vendas. Na venda presencial, o comprador busca o veículo sucata com o proprietário ou a entrega pode ser negociada. Neste caso, o veículo sucata é transportado pois está baixado e impedido de circular.

Nesse tipo de venda, se tratando de sucata, muitas vezes o veículo pode acabar em locais não autorizados para desmonte e reaproveitamento de peças, como por exemplo, os “ferros velhos”, e assim se perde a chance de rastreabilidade dos resíduos sólidos gerados.

A título de exemplo, em Portugal, o proprietário entrega seu VFV em uma das empresas licenciadas da rede Valorcar (gestora nacional de VFV's) e recebe o Certificado de Destruição do Veículo (CD). Somente após a emissão do CD, o registro veicular e o imposto único de circulação são cancelados (VALORCAR, 2022), uma forma de assegurar a rastreabilidade e destinação final.

As normas brasileiras exigem a baixa do veículo antes de sua destruição ou desmontagem, seja por venda direta ou por leilão, na venda direta o proprietário para vender como sucata precisa baixar o veículo antes, e no leilão, a baixa é emitida e entregue ao arrematante antes da retirada do veículo.

Em 2018, iniciou no Estado o processo de rastreabilidade previsto para alimentar o banco nacional de informações de veículos desmontados que prevê a destinação final a ser empregada, a Lei do Desmonte instituiu este banco e está vigente desde 2015, mas o banco nacional ainda não foi implementado.

Em 2022, o DETRAN-MG e a SENATRAN assinaram um protocolo de intenções para que seu sistema reconhecido de rastreabilidade de peças desenvolvido no Estado de Minas Gerais fosse ampliado para os demais DETRAN's do país:

“[...] O objetivo sempre foi a atividade policial, então, o primeiro avanço obtido foi de cunho policial e consistiu na redução da criminalidade por meio da redução no índice de furto e roubo de veículos em Minas Gerais, principalmente em Belo Horizonte [...]. Logo após a implementação do sistema, foi identificada uma redução significativa de crimes, em alguns anos a redução de furto e roubo de veículos atingiu 40% no Estado [...]. (ENT 2)

A limitação do sistema é que as informações fornecidas pelos desmontes ainda se restringem às peças identificadas, mas não contemplam informações sobre os resíduos sólidos gerados:

“[...] O segundo problema identificado foi a porta de saída que se refere a questão ambiental, a destinação da parte não utilizada para venda. O DETRAN-MG está fazendo os credenciamentos das recuperadoras, das empresas de reciclagem e tentando afinar junto as suas unidades especializadas em meio ambiente uma ação mais efetiva de fiscalização nesse sentido [...]. (ENT 2)

A segunda forma de alienação pelo proprietário é em meio eletrônico, que pode ocorrer em plataformas de mercado (*marketplace*), onde é possível identificar anúncios de venda de sucata veicular sem informação de procedência. Essa situação propicia a atuação criminosas que acaba disputando o mercado com empresas legalizadas.

No Estado, ainda não há um sistema centralizado com as peças e partes disponíveis para venda nos desmontes credenciados junto ao DETRAN-MG assim como já ocorre no DETRAN do Rio Grande do Sul com a iniciativa “Peça Legal” (RIO GRANDE DO SUL, 2022), as informações ainda são buscadas de maneira individualizada diretamente em cada desmonte.

A terceira forma de alienação pelo proprietário refere-se ao leilão virtual, por intermédio de um leiloeiro oficial. Neste caso, o arrematante (PF ou PJ que compra a sucata leiloadada) retira a sucata no local informado (que pode ser em área sob posse do leiloeiro ou de responsabilidade do proprietário) e custeia o transporte.

5.4.4 Abandono em via pública

O abandono em via pública é um desfazimento ilegal, segundo o Código Civil abandono é perda de propriedade, quando o proprietário renuncia à manutenção do veículo dispondo-o irregularmente em áreas urbanas e rurais, gera um passivo de complexa solução na atualidade.

A ocupação imprópria da via de trânsito impedindo o estacionamento regular de veículos em circulação e o risco conferido à saúde e segurança pública devido as condições de água parada e utilização das carcaças veiculares para atividades criminosas, são os motivos mais problemáticos desta disposição.

No Estado, as ações e serviços de vigilância em saúde cabe a gestão municipal. Os Pontos Estratégicos (PE's) de controle do *Aedes* podem incluir pátios de veículos apreendidos conforme classificação do município, mas não há cadastro específico no Sistema do Programa Nacional de Controle da Dengue (SISPNCDD) e o setor de saúde não responde pelos veículos abandonados (TEMPONI, 2022).

Estes riscos se relacionam com a ocupação do espaço urbano, associando-lhes a abordagem de resíduo sólido urbano. Se resta alguma forma de identificação demonstrada, o veículo por mais que esteja totalmente descaracterizado ainda é veículo, mas se não possui identificação é sucata, e recai sob a limpeza urbana.

Cada município tem uma configuração de espaço própria e todos tem uma característica em comum, o trânsito e suas vias, neste contexto, são atores fundamentais para somar aos demais atores do trânsito no endereçamento de

soluções aos problemas locais, especialmente porque Minas Gerais é a segunda maior frota do país e o Estado com o maior número de municípios.

A redação dada pela Lei nº 13.154, de 2015, inseriu no CTB a integração dos municípios ao SNT de forma definitiva, assim, a despeito das diferenças que existem entre eles, precisam cumprir a determinação legal instituída de municipalizar a gestão do trânsito que inclui a fiscalização, dessa forma, podem colaborar com a remoção de veículo abandonado em via pública.

Para que o município formalize essa integração, precisa atender uma série de exigências, dentre elas, a fiscalização e operação de trânsito (BRASIL, 2015). Em 2023, dos 5.568 municípios brasileiros, somente 1.846 estão integrados, Minas Gerais com 853 municípios possui apenas 90 municípios no SNT (BRASIL, 2022).

Belo Horizonte e Santa Luzia aderiram ao SNT desde 1998, Contagem, Viçosa, Ponte Nova e Uberaba aderiram em 1999, Nepomeucno, Lagoa da Prata, Camanducaia e Santa Rita do Sapucaí foram as últimas adesões em 2022. O ritmo de adesões é lento no Estado com um percentual de integração de 11 % (BRASIL, 2023).

Comparando com os demais 27 Estados, Minas Gerais supera apenas Piauí e Tocantins, ocupando a 25ª posição no número de municípios integrados. Estados com grande número de municípios como São Paulo e Rio Grande do Sul apresentam adesão expressiva, com 53 % e 97 % respectivamente (BRASIL, 2023).

Neste contexto, a maioria dos municípios celebram convênios diretamente pela prefeitura municipal com o órgão ou entidade que integre o SNT, delegando total ou parcialmente as atribuições determinadas no CTB, especificamente em seu art. 24, quando o município estiver desprovido de órgão executivo de trânsito (BRASIL, 2015).

Quanto a legislação pertinente sobre veículos abandonados, dos 90 municípios mineiros aderidos ao SNT apenas 32 possuem previsão legal para remoção de

veículos de suas vias públicas e 8 municípios com legislação não integram o SNT.

A relação dos municípios e suas respectivas normas é apresentado no Apêndice D. Na Tabela 10, é apresentada a participação de municípios com norma legal por mesorregião do Estado de Minas Gerais.

Tabela 10 – Municípios com legislação sobre veículos abandonados em Minas Gerais

Mesorregião	Nº total de municípios	Nº de municípios com legislação	Participação
Zona da Mata	143	6	4,20 %
Vale do Rio Doce	101	2	1,98 %
Metropolitana de Belo Horizonte	105	15	14,29 %
Triângulo Mineiro/Alto Paranaíba	66	5	7,58 %
Oeste de Minas	58	5	8,62 %
Norte de Minas	89	0	0,00 %
Sul/Sudoeste de Minas	132	4	3,03 %
Campo das Vertentes	36	2	5,56 %
Central Mineira	30	0	0,00 %
Jequitinhonha	51	1	1,96 %
Noroeste de Minas	19	0	0,00 %
Vale do Mucuri	23	0	0,00 %
Total	853	40	4,69 %

Fonte: elaboração própria.

Alguns municípios apresentam mais de 1 legislação sobre o tema, são eles: Belo Horizonte (2 leis ordinárias); Uberaba (1 lei ordinária e 1 decreto municipal), Betim (2 leis ordinárias), Ipatinga (2 leis ordinárias), Lagoa Santa (2 leis ordinárias e 1 decreto), Araguari (2 leis ordinárias), Nepomuceno (1 lei complementar), e Nova Lima (1 lei ordinária e 1 decreto municipal).

O resultado da comparação do conteúdo da legislação mostrou a dificuldade de classificar os veículos abandonados dentro das classificações de resíduos sólidos presentes na PERS-MG, apenas 3 municípios classificaram estes veículos conforme a política estadual, considerados então como resíduos sólidos especiais. Os municípios foram Belo Horizonte, Caratinga e Jacinto.

O município de Campo Florido classifica veículo abandonado como lixo especial, e o município de São José da Lapa utiliza a classificação “veículo sucata, agregado de veículo e sucata veicular, lixo especial”. Os demais

municípios não apresentaram classificação de resíduo na suas normas, apenas referenciam veículo abandonado ou carcaça.

Verificou-se que as situações em que não ocorrem remoção pela municipalidade são aquelas em que o veículo abandonado é objeto de furto ou roubo, ou se foi utilizado como instrumento para a prática de ilícito penal. A maioria das normas não contempla situações em que incorrem infrações de trânsito, com exceção do município de Uberaba. O abandono em cima do passeio foi considerado somente pelo município de Sete Lagoas.

As disposições legais se aplicam de uma maneira geral aos veículos estacionados em locais permitidos, utilizados como ponto de venda de produtos alimentares, de prestação de serviços ou de venda de utilidades em geral (exceto aqueles com alvará municipal), veículos, veículos sinistrados, sucatas, carcaças de carrinhos de lanche, de caldo-de-cana, chassis e componentes mecânicos.

Quanto ao estado de abandono, diferentes características foram encontradas que definem esta condição: habitáculo de passageiro violado, sem portas ou com vidros quebrados, acúmulo de lixo ou água em seu interior; ausência de rodas, motor ou outros componentes mecânicos, queimado total ou parcialmente; parte estrutural da lataria com danos irreparáveis, resultado de vandalismo ou depreciação voluntária; evidentes sinais de colisão ou ferrugem.

Em menor quantidade, também foram identificadas as seguintes características: impossibilidade de identificação do proprietário ou do veículo; visível e flagrante mau estado de conservação, sem funcionamento e movimento, gerando acúmulo de lixo e/ou mato sob ele ou em seu entorno; que permita acesso de pessoas, sem obstrução; em casos em que seja evidente o estado de decomposição de sua carroceria, gerando risco a coletividade e a saúde pública.

Referente aos prazos considerados como de abandono, existe uma grande variação entre os municípios, no município de Prata são consideradas 24h e no município de São José da Barra adota-se 48h. Pouso Alegre, Araguari, Mateus

Leme e Cláudio utilizam 30 dias e Nova Lima estabelece 90 dias ininterruptos. Belo Horizonte adota 10 dias consecutivos.

Um destaque entre os municípios refere-se ao município de Campo Florido, que inclui na classificação dos resíduos de limpeza urbana, a remoção de bens móveis abandonados nos logradouros públicos, como é o caso dos veículos inservíveis.

No processo de remoção, foi evidenciada a dificuldade de identificação do local de remoção a ser utilizado, poucos foram os municípios que mencionaram como destino os depósitos municipais, em sua grande maioria, esse é o principal problema dos municípios no Estado, ter uma área de armazenamento suficiente para a guarda dos veículos removidos até sua destinação final.

Por exemplo, o município de Diamantina aponta somente pátios públicos sem delinear se no município tem ou não, São José da Lapa direciona para o pátio público municipal, Juiz de Fora pontua de maneira bem genérica o direcionamento da remoção para “locais apropriados, à disposição dos respectivos proprietários” e Ipatinga destaca o depósito público municipal, o depósito público estadual ou depósito particular que detenha a concessão do serviço pelo Estado ou pelo município.

Outro aspecto que chama a atenção são os prazos deliberados para que o proprietário se apresente ao local de remoção e recupere seu veículo, pois do contrário estes ficam sujeitos à leilão. Os prazos variaram significativamente, de 30 dias a 180 dias. É importante destacar que nos casos em que ocorrer direcionamentos de veículos para pátios de administração estadual ou federal, os prazos municipais deverão observar o período de 60 dias.

O último aspecto a ser destacado no âmbito da gestão dos veículos abandonados em vias públicas refere-se as multas. Alguns municípios não multam o proprietário pelo abandono em vias públicas, apenas cobram os valores referentes a remoção e estada sobre ele ressaltados outros valores devidos aos órgãos municipais, estaduais ou federais integrantes do SNT como é o caso de Belo Horizonte.

Outros municípios além dos custos de remoção e guarda no pátio, como por exemplo Juiz de Fora, sujeita o infrator à multa no valor de R\$ 500,00 (quinhentos reais), dobrado na reincidência, reajustado anualmente pelo índice de variação do Índice Nacional de Preços ao Consumidor (INPC) ou por outro indexador que venha a substituí-lo. O município de Betim estabelece multa diária no valor de R\$ 300,00 (trezentos reais) até o limite de R\$ 15.000,00 (quinze mil reais).

Um dos especialistas no tema, pondera:

“[...] Você tem o mecanismo de aplicação de penalidades financeiras nas políticas urbanas, assim como, por exemplo, pegar e fazer o descarte, deixar ocupar a via pública indevidamente com... vamos colocar assim, um bar colocou as cadeiras nas vias sem autorização, ele tem a multa, por analogia você consegue fazer essa aplicação. A grande questão que eu vejo da aplicação da multa é gerar um passivo administrativo porque, será que você consegue identificar o proprietário? Eu vou multar quem? Há... identifiquei a pessoa que eu vou multar, a pessoa vai pagar? Vou só gerar mais uma linha de débito na dívida ativa que eu vou mandar mais um título para protesto [...] (ENT 3)

Portanto, essas são as realidades encontradas no Estado. Considerando que a geração de resíduos sólidos é uma geração natural, ou seja, os resíduos gerados são inerentes à natureza das atividades desenvolvidas pela sociedade, é um contrasenso incluir os veículos abandonados em vias públicas no âmbito da gestão de resíduos sólidos, principalmente no escopo de resíduos urbanos.

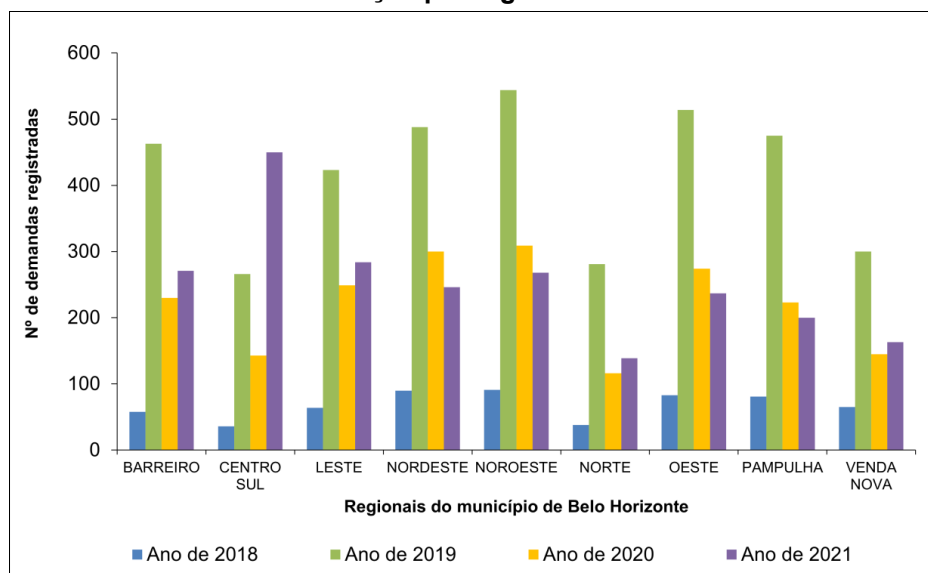
O abandono de veículos em vias públicas é uma geração indébita, que não poderia ocorrer, sobrecarrega os pátios e a municipalidade, que no contexto da limpeza urbana acaba assumindo responsabilidades além de suas finalidades originais. É imperativo que o poluidor pagador seja cobrado com mais efetividade, avaliando junto aos órgãos competentes do município alternativas de inibir o abandono.

Belo Horizonte possui uma condição especial que os demais municípios não apresentam. No município, faz-se a remoção das carcaças veiculares⁹ para posterior armazenamento na Central de Tratamento de Resíduos (CTR) da Superintendência de Limpeza Urbana (SLU), na BR 040 (SUFIS, 2022).

Em 2016, foi iniciado o plano de fiscalização de veículos abandonados e/ou carcaças pela Subsecretaria de Fiscalização. Em 2018, criou-se o serviço de fiscalização pelas Diretorias Regionais de Fiscalização de maneira regionalizada (SUFIS, 2022)¹⁰. Os resultados obtidos desde então são apresentados nas Figuras 22 e 23 a seguir.

Ao todo, foram registradas 606 demandas e 545 vistorias em 2018, 3.754 demandas e 4.549 vistorias em 2019, 1.989 demandas e 3.561 vistorias em 2020 e 2.258 demandas e 4.444 vistorias em 2021 (SUFIS, 2022). Após ampliação da divulgação do canal de denúncia pelo cidadão, as demandas cresceram substancialmente seguida de queda no período da pandemia da Covid-19.

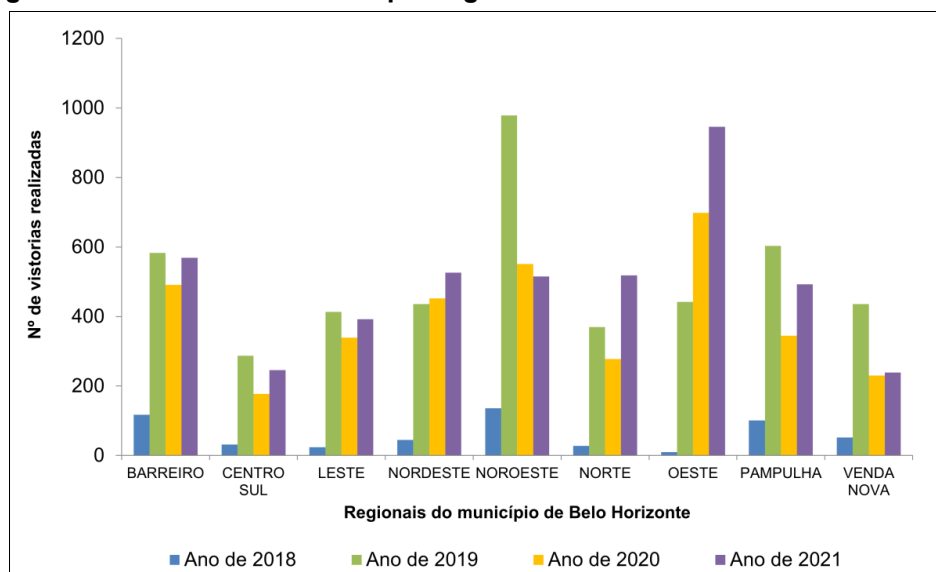
Figura 22 – Demandas de fiscalização por regional em Belo Horizonte de 2018 a 2021



Fonte: SUFIS (2022).

⁹ Não são recolhidos os veículos com condições de circulação, apenas os inservíveis, carcaças.

¹⁰ Resposta por mensagem eletrônica em 6 jun. 2022.

Figura 23 – Vistorias realizadas por regional em Belo Horizonte de 2018 a 2021

Fonte: SUFIS (2022).

Em 2021, as vistorias aumentaram, pois os fiscais no exercício diário da sua atividade, quando percorrem as vias da cidade dentro de sua rota de trabalho, se identificam um veículo em estado de abandono, procedem com a checagem das informações no local e registram a notificação. O aumento de efetivo nas ruas também é um fator considerado neste resultado.

Na Figura 22, destaca-se o crescimento de demandas na regional Centro-Sul e a redução registrada na Regional Norte. As regionais Noroeste, Nordeste, Oeste e Pampulha apresentaram a menor redução de demanda desde 2019. Nas regionais Barreiro, Leste e Venda Nova as demandas de fiscalização começaram a aumentar em relação a 2020.

Nas vistorias realizadas conforme Figura 23, os destaques estão na regional Oeste, que segue com crescimento expressivo desde 2020 e na redução significativa registrada na regional Noroeste e Venda Nova, alinhada com a redução do número de demandas para essas regionais.

O quantitativo de carcaças removidas e encaminhadas para o CTR da SLU no período de 22/03/2016 a 28/04/2022 corresponde a 252 unidades, em parte ilustradas na Figura 24. Deste total, foram 12 carcaças recolhidas em 2018, 22 em 2019, 4 em 2020, 3 em 2021, 4 em 2022 até abril deste ano, ou seja, do

total contabilizado, 45 foram removidas entre 2018 e 2021 e 207 entre 2016 e 2017.

Figura 24 – Demandas de fiscalização por regional em Belo Horizonte de 2018 a 2021



Fonte: registro próprio.

A lotação do espaço no CTR da BR 040 é o principal motivo relacionado com a redução registrada de carcaças removidas além da pandemia da Covid-19. Dentre as 212 carcaças contabilizadas, 21 carcaças foram removidas no Barreiro, 41 no Centro Sul, 19 na regional Leste, 51 na regional Nordeste, 28 na regional Noroeste (1 recolhimento de enchente), 16 na regional Norte, 44 na regional Oeste, 13 na regional Pampulha e 14 na regional Venda Nova.

No Apêndice E são apresentadas as respostas dos municípios que responderam a pesquisa sobre a situação do abandono de veículos em suas vias públicas, foram 28 municípios sem respostas e 12 municípios respondentes, dentre os 40 municípios identificados com legislação pertinente.

As respostas demonstram a dificuldade dos municípios em ter áreas próprias que atendam as demandas das atividades de fiscalização municipal de trânsito, como a remoção de veículos removidos de vias públicas. Poucos foram os municípios que reportaram sobre a atuação do setor de zoonoses nesse contexto, mostrando se tratar de outro fator limitante.

Uberlândia foi o município de maior expressividade no recolhimento de veículos abandonados e nas notificações. Os resultados do municípios de Lagoa Santa foram positivos, pois quase a totalidade dos veículos abandonados foi recuperada por seus proprietários após estes terem sido notificados.

Estes resultados mostram um cenário preocupante no Estado, diversos aspectos precisam ser aprimorados seja na gestão de dados que ainda é muito precária, na remoção do veículo vistoriado em vista da ausência de pátios municipais aptos a recebê-los, ficando o município dependente de suporte do Estado, bem como no reforço da vigilância em saúde nos locais onde estejam acumulados ou sejam encontrados.

A previsão legal trazida ao CTB em 2022 traz uma nova perspectiva no enfrentamento deste problema, já que determina a remoção destes veículos para o depósito fixado pelo órgão ou entidade do SNT independente da existência de infração de trânsito. A remoção não reclamada pelo proprietário, 60 dias após a remoção, sujeita estes veículos a ir à leilão.

Logo, caberá ao CONTRAN a regulamentação dessa nova previsão que pode trazer alternativas que enderecem soluções aos problemas identificados na atualidade.

5.4.5 Destinação final da sucata

Após a passagem pelo desfazimento, sendo vendida diretamente pelo proprietário, a sucata inservível pode ser valorizada de diferentes maneiras, a depender da finalidade de uso da parte compradora. Neste caso, não há rastreabilidade e a venda de sucata inservível raramente ocorre por essa via.

No modo de alienação via leilão, toda entrada de veículo sucata se divide em 02 tipos como já apresentado em capítulos anteriores, a sucata inservível é direcionada para empresas operadoras no ramo de fundição ou siderurgia.

Neste caso, a empresa precisa possuir uma boa estrutura de transporte (caminhão com prensa hidráulica móvel, balança móvel e estação coletora de fluidos veiculares, cilindros pressurizados e baterias) pois faz-se a

descontaminação da sucata *in loco* no pátio do leilão, retira-se pneus, catalisadores, extintores de incêndio se houver e posteriormente, compacta-se a sucata em fardos.

Dessa forma, as empresas que se apresentam nos leilões como arrematantes, em geral, são empresas de maior estrutura operacional e de grande capacidade econômica. As demais sucatas metálicas que chegam às usinas siderúrgicas ou fundições são oriundas de desmontes que retiram das sucatas aproveitáveis o máximo de material metálico possível, “garimpam tudo”.

Os fardos são predominantemente metálicos, materiais como plásticos, espumas, tecidos e outros materiais comuns de serem encontrados em veículos podem estar presentes, assim, aplica-se um desconto no somatório da massa apurada em cada lote, referente a todo material não ferroso. Por exemplo, o último leilão que ocorreu para sucatas inservíveis pelo DETRAN-MG no município de Frutal em 2021, foi aplicado 20 % de desconto.

A massa de material ferroso é informada de maneira estimada em quilogramas no edital de leilão, o arrematante pesa a sucata com uma balança móvel. Cada lote possui uma mistura diferente de veículos, na presença de veículos de grande porte, o arrematante transporta a sucata para a usina de reciclagem e procede com a descontaminação no local antes da descaracterização.

A prensagem se faz necessária para destruir a estrutura do veículo, o monobloco, carroceria ou chassi de maneira a vedar a reutilização dos componentes. Os fardos são alimentados em correias transportadoras e triturados em máquinas “*shredder*” com posterior separação de material ferroso e não ferroso, para seguir com as diferentes destinações, incluindo a recuperação energética.

As empresas que participam destes leilões no estado de Minas Gerais, participam através e seus compradores de sucatas, ou seja, especialistas de mercado que monitoram os leilões em todo o país para participar das oportunidades que sejam interessantes à empresa, são mineradores urbanos de leilões de sucata veicular.

Um dos fatores limitantes neste processo é a velocidade dos leilões, pois as plantas industriais possuem capacidade de processamento acima da quantidade que é leiloada nas diferentes regiões, e assim acabam trabalhando com sucatas de materiais eletroeletrônicos de grande porte, de maneira que viabilize a produtividade no uso da matéria-prima secundária.

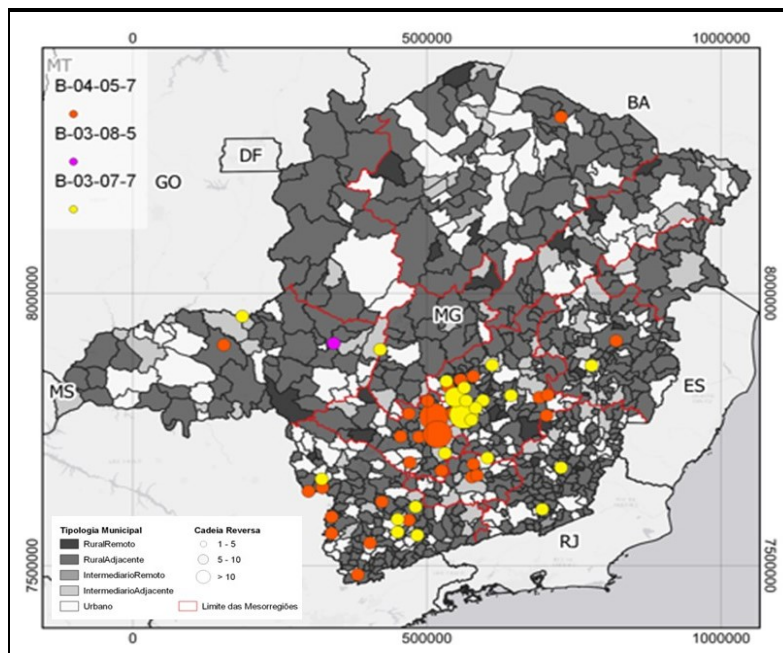
Os valores do quilograma de material ferroso varia muito de período e de região, em um ano foram observadas variações nos editais de leilões no Estado de 0,35 Kg para 0,80 Kg. Essas variações são fortemente influenciadas pelas bolsas comerciais internacionais de sucata ferrosa, além da expertise do leiloeiro que influencia para determinar o lance mínimo do lote.

O emprego da sucata ferrosa como matéria-prima secundária é um importante fluxo de entrada da indústria do aço, de um modo geral, a sucata metálica é empregada em seus processos, principalmente nas usinas que utilizam a rota elétrica. A sucata costuma ser classificada como (i) de processo, (ii) industrial e (iii) de obsolescência, grupo no qual se encaixam veículos inservíveis ou em fim de vida (AÇO BRASIL, 2022).

O emprego da sucata ocorre na etapa de refino da produção de aço, as usinas semi-integradas utilizam fornos elétricos cuja carga metálica é, em sua maioria constituída por sucata complementada com gusa sólido. No Brasil, grande parte dos produtos longos são produzidos em usinas semi-integradas, nas usinas integradas também se utiliza a sucata como matéria-prima, porém em menores quantidades (AÇO BRASIL, 2022).

Em Minas Gerais, a cadeia produtiva metálica é tradicional no Estado, algumas regiões são pólos muito característicos como os municípios de Cláudio e de Divinópolis onde concentram-se pequenas fundições. Na Figura 25 é mostrada a distribuição dessas empresas entre as mesorregiões do Estado e por atividade específica conforme licenciamento ambiental vigente via SEMAD-MG em 2022:

Figura 25 – Cadeia reversa de metálicos no Estado de Minas Gerais em 2022¹¹



Fonte: elaboração própria.

Esta cadeia é composta pelas empresas de produção de fundidos de metais não-ferrosos, inclusive ligas, sem tratamento químico superficial e/ou galvanotécnico, inclusive a partir de reciclagem sob o código B-04-05-7 (legenda laranja); produção de fundidos de ferro e aço, com tratamento químico superficial, inclusive a partir de reciclagem sob o código B-03-08-5 (legenda rosa) e produção de fundidos de ferro e aço, sem tratamento químico superficial, inclusive a partir de reciclagem com o código B-03-07-7 (legenda amarela), codificação expressa na DN COPAM 217, de 2017.

Para a atividade B-04-05-7 (produção de fundidos de metais não ferrosos, inclusive ligas, sem tratamento químico superficial, e/ou galvanotécnico, inclusive a partir de reciclagem), empresas de grande porte são licenciadas apenas pelo Estado, de pequeno e médio porte são licenciadas tanto pelo Estado quanto pelo municípios aptos ao licenciamento.

A seguir, na Tabela 11 são apresentados os CNAE's das das 78 empresas licenciadas na atividade B-04-05-7 em 2022:

¹¹ Esta figura encontra-se em tamanho original no apêndice G.

Tabela 11 – Empresas representantes da indústria metalúrgica de metais não ferrosos licenciadas pelo Estado de Minas Gerais para a atividade B-04-05-7

CNAE	Atividade principal	Quantidade
24.52-1-00	Fundição de metais não-ferrosos e suas ligas	49
25.93-4-00	Fabricação de artigos de metal para uso doméstico e pessoal	10
25.99-3-99	Fabricação de outros produtos de metal não especificados anteriormente	2
24.41-5-01	Produção de alumínio e suas ligas em formas primárias	1
31.02-1-00	Fabricação de móveis com predominância de metal	1
46.15-0-00	Representantes comerciais e agentes do comércio de eletrodomésticos, móveis e artigos de uso doméstico	1
24.52-1-00	Fundição de metais não-ferrosos e suas ligas	1
24.49-1-99	Metalurgia de outros metais não-ferrosos e suas ligas não especificados anteriormente	2
24.49-1-01	Produção de zinco em formas primárias	1
07.22-7-01	Extração de minério de estanho	1
25.43-8-00	Fabricação de ferramentas	1
33.14-7-18	Manutenção e reparação de máquinas para a indústria metalúrgica, exceto máquinas-ferramenta	1
27.59-7-99	Fabricação de outros aparelhos eletrodomésticos não especificados anteriormente, peças e acessórios	1
38.31-9-99	Recuperação de materiais metálicos, exceto alumínio	1
46.87-7-03	Comércio atacadista de resíduos e sucatas metálicos	1
28.13-5-00	Fabricação de válvulas, registros e dispositivos semelhantes, peças e acessórios	1
29.49-2-99	Fabricação de outras peças e acessórios para veículos automotores não especificadas anteriormente	1
20.13-4-02	Fabricação de adubos e fertilizantes, exceto organo-minerais	1
15.32-7-00	Fabricação de tênis de qualquer material	1

Fonte: elaboração própria.

Conforme a Tabela 11, a atividade predominante são as fundições de metais não ferrosos e suas ligas, as demais atividades possuem participação muito pequena. Quase a totalidade das empresas não possuem sítio eletrônico e correio eletrônico indicados em canais de acesso público, todas as empresas com possibilidade de contato foram consultadas, mas nenhum retorno foi obtido.

A produção de fundidos de ferro e aço, com tratamento químico superficial, inclusive a partir de reciclagem correspondente ao código B-03-08-5, apresentou apenas 1 empresa de grande porte licenciada como classe 6, pertencente a mesorregião Central Metropolitana.

Para o código B-03-0-7, referente a produção de fundidos de ferro e aço, sem tratamento químico superficial, inclusive a partir da reciclagem, os municípios aptos ao licenciamento podem licenciar somente empresas pequenas, o Estado licencia todos os portes. Foram identificadas 80 empresas com licenciamento vigente no Estado em 2022 conforme Tabela 12.

“[...] somos o segundo maior pólo produtor de fundição no Brasil, primeiro é São Paulo e depois Minas Gerais, e trabalhamos com matérias-primas, a sucata e o ferro-gusa [...].92 % das empresas são pequenas e médias empresas, Nós só temos 8% de grandes empresas atuando no mercado. [...] a região central que detém poucas empresas mas com o maior volume de produção. Nós temos a região centro-oeste que tem um volume maior de plantas com uma produção menor, e o resto muito pouco, Montes Claros tem 1 planta, Uberaba tem 1 planta e no Sul de Minas que seria Extrema. O ano passado o Brasil produziu 2 milhões e 600 mil toneladas de fundidos, Minas Gerais 830 mil toneladas, por isso nós somos o segundo maior produtor, depois vem São Paulo e depois Paraná, Santa Catarina e Rio Grande do Sul. A sucata do setor automotivo mais usada para nós hoje seria o disco e o tambor de freio, é o que tem maior volume e o que está mais disponível no mercado.” (ENT 4).

Deste total, são 1 empresa de classe 5 no município de Itaúna, 2 empresas de classe 4 em Conceição do Pará e Itaúna e o restante das empresas de classe 2. As empresas com o Cadastro Nacional da Pessoa Jurídica (CNPJ) inválido foram desconsideradas, neste caso, foram 5 empresas para a atividade B-03-07-7 e 3 empresas para a atividade B-03-08-5.

Tabela 12 – Empresas representantes da indústria metalúrgica de metais ferrosos licenciadas pelo Estado de Minas Gerais para a atividade B-03-07-7

CNAE	Atividade principal	Quantidade
24.51-2-00	Fundição de ferro e aço	57
28.52-6-00	Fabricação de outras máquinas e equipamentos para uso na extração mineral, peças e acessórios, exceto na extração de petróleo	2
46.63-0-00	Comércio atacadista de Máquinas e equipamentos para uso industrial; partes e peças	2
24.11-3-00	Produção de ferro-gusa	3
38.31-9-99	Recuperação de materiais metálicos, exceto alumínio	1
32.30-2-00	Fabricação de artefatos para pesca e esporte	1

Continua na próxima página.

Tabela 12 – Empresas representantes da indústria metalúrgica de metais ferrosos licenciadas pelo Estado de Minas Gerais para a atividade B-03-07-7

47.44-0-01	Comércio varejista de ferragens e ferramentas	1
24.49-1-99	Metalurgia de outros metais não-ferrosos e suas ligas não especificados anteriormente	1
46.72-9-00	Comércio atacadista de ferragens e ferramentas	1
28.12-7-00	Fabricação de equipamentos hidráulicos e pneumáticos, peças e acessórios, exceto válvulas	1
25.41-1-00	Fabricação de artigos de cutelaria	1
29.43-3-00	Fabricação de peças e acessórios para o sistema de freios de veículos automotores	1
25.93-4-00	Fabricação de artigos de metal para uso doméstico e pessoal	1
25.32-2-01	Produção de artefatos estampados de metal	1
25.31-4-01	Produção de forjados de aço	1
25.39-0-01	Serviços de usinagem, tornearia e solda	1
24.52-1-00	Fundição de metais não-ferrosos e suas ligas	1
29.49-2-99	Fabricação de outras peças e acessórios para veículos automotores não especificadas anteriormente	1
25.32-2-01	Produção de artefatos estampados de metal	1
25.43-8-00	Fabricação de ferramentas	1

Fonte: elaboração própria.

Observa-se pela Tabela 12 a predominância pela atividade de fundição de ferro e aço, a mesorregião que concentra as empresas do setor é o Alto São Francisco, em maior participação nos municípios de Cláudio, Carmo da Mata e Divinópolis. Nas aciarias das usinas siderúrgicas a utilização a sucata veicular é muito importante como matéria-prima, complementa-se:

“[...] Todas as nossas unidades produtivas podem usar sucata veicular. [...] a gente prioriza a utilização de sucata veicular onde a gente tem *shreeder*, que são os trituradores, eles que conseguem fazer um beneficiamento melhor da sucata veicular e você a otimiza no uso tá. Então, hoje a gente tem 5 *shreeders* no Brasil, tem 2 em São Paulo, 1 no Rio de Janeiro, 1 no Rio Grande do Sul e 1 no Recife, então essas unidades usam mais sucata veicular. As unidades de Minas Gerais podem utilizar também mas usam menos, porque hoje a sucata veicular em uma unidade de Divinópolis por exemplo, Barão de Cocais, e outras unidades nossas por exemplo, precisam ser prensadas, você precisa fazer um trabalho anterior para que ela chegue nos nossos pátios especificamente [...]. As nossa operações de produção de aço nos Estados Unidos são basicamente a base de sucata. E lá, vou te dizer que a sucata veicular tem uma representatividade muito alta, o descarte de veículo representa muito

da sucata que a gente consome lá. No Brasil, ainda é muito pequeno né”. (ENT 5).

O beneficiamento da sucata antes da entrada no pátios das usinas de reciclagem é um importante fator limitante no Estado. Como a grande parte da cadeia de metálicos é de pequenos empreendedores, estes não possuem na sua estrutura condições de processar a sucata seja por compactação, tesouramento ou por segregação de materiais metálicos diferentes.

As grandes indústrias que respondem pela saída do fluxo reverso, e que realizam a valorização final dos resíduos, possuem um nível de exigência para recebimento de sucata, de modo que esta atenda as suas condições de operação. Exemplos nesse sentido referem-se a segregação dos diferentes materiais metálicos por composição de ligas. Complementa-se:

“Hoje, a sucata veicular [...] é entre 60% a 70% de aço, depende do tipo do veículo obviamente. Porque que você tem que beneficiar antes de usar, porque se eu não beneficiar, eu vou utilizar energia, oxigênio, liga para tentar fundir esses 30% que não vão se transformar em aço no final, entendeu? Então, você a passa no equipamento para deixar só 70% irem para o forno, tira os outros 30%, reaproveita né, revende, tem outros materiais nobres, material não ferroso, alumínio, cobre, etc, os outros materiais também são transformados em co-produto que a gente também vende, ou muitas vezes eles são insumos para outras unidades, mas em um forno eles não seriam aproveitados. A sucata ferrosa [...] tem alguns critérios, alguns elementos químicos que são contaminantes, que eles incidem menos no aço, no alumínio como você tem uma diversidade muito grande de ligas aí você precisa ser mais específico no tipo de alumínio né, no tipo de elemento químico contido no alumínio, se não você não consegue produzir outras ligas de alumínio né, aí tem a ver com tempo de fusão [...]” (ENT 5).

Todas as empresas da Tabela 12 foram contatadas mediante canal de acessos disponível, 33 empresas não possuem sítio eletrônico, para as empresas restantes foi solicitado o correio eletrônico pelo telefone encontrado em provedores de busca eletrônicos, apenas uma empresa informou não utilizar

sucata externa, somente sucata gerada no próprio processo produtivo (rebarbas de processo).

A seguir na Figura 26, é apresentado um carregamento de sucata ferrosa a granel, oriunda do desmonte de veículos, composta principalmente de carcaça, molas de banco, eixos, entre outras partes ferrosas.

Figura 26 – Carregamento de sucata ferrosa em desmonte no município de Lavras e credenciado no DETRAN-MG.



Fonte: registro próprio.

[...] se você pegar pós-pandemia, o PIB da indústria reduziu drasticamente, ele veio reduzindo, eu acho que esse ano talvez deu uma zerada ali né. Mas ele vem reduzindo pós-pandemia significativamente ano a ano, e a produção de aço nos últimos anos ela aumentou, então se eu prefiro produzir aço com aço da indústria, se a indústria gerou menos como que eu vou produzir mais aço? Foi na obsolescência muito provavelmente, entendeu? Então, assim, essa afirmação não é tão linear assim, mas se você não tem essa garantia...isso é muito mais fácil para o americano que gera mais sucata do que ele consome, o Brasil é o inverso, ele gera menos sucata do que a capacidade de demanda [...] (ENT 5).

No citado trecho do ENT 5, um aspecto importante observado é que a resiliência da cadeia reversa de metálico possui forte contribuição das sucatas, ficando clara a importância da matéria-prima secundária na manutenção das atividades produtivas.

Salienta-se que neste contexto, é preciso diferenciar as sucatas aproveitáveis, com ou sem motor inservível. Quando há possibilidade de reutilização do motor, se a numeração estiver íntegra e o motor for baixado, pode ser reutilizado. Se for inservível, é desmontado para a retirada principalmente de ferro e alumínio dos cabeçotes.

As sucatas aproveitáveis são obtidas visando a desmontagem para possibilitar a maior reutilização possível de peças, direcionadas para o mercado de reposição, que é a grande força motriz do setor de desmontes e recuperação de peças.

A depender do estado de conservação em que se encontra a sucata adquirida, diferentes peças podem ser retiradas, algumas podem chegar a apresentar condições de reuso imediato bastando apenas uma limpeza inicial, outras são encaminhadas para recuperação para depois serem comercializadas.

Em Minas Gerais, os desmontes possuem dois objetivos de atuação. O primeiro deles prioriza as sucatas aproveitáveis para o reuso de peças, já o segundo objetivo prioriza as sucatas inservíveis com foco na retirada de materiais para a indústria de reciclagem, como mostrado na Figura 27. Nesta situação, condições de conservação e preço definem a seleção das aquisições.

Figura 27 – Desmonte de sucatas aproveitáveis em empresas credenciadas no DETRAN-MG: a) sucata menos deteriorada b) sucata mais deteriorada



Fonte: registro próprio.

Um dos processos atualmente empregados para as sucatas inservíveis é a trituração em *shredder*, uma forma de beneficiamento direcionada para a reciclagem na produção do aço, pouco utilizada em Minas Gerais pois poucas empresas possuem plantas de trituração, mas com maior emprego em plantas siderúrgicas de outros Estados como Rio de Janeiro, São Paulo e Rio Grande do Sul.

Dentro de um processo de reciclagem, destaca-se a produção de resíduo de trituração automotiva (ASR), que pode ser processado em instalações de conversão de resíduos em energia, submetidos às tecnologias de pós-trituração para recuperação de materiais ou ser aterrado.

Atualmente, na literatura, diferentes abordagens são encontradas na classificação deste tipo de resíduo, bem como sua composição que pode apresentar variações. Um dos desafios colocados é a necessidade de tratamento prévio da sucata antes de ser alimentada no triturador, no intuito de evitar que contenha compostos perigosos.

Outro aspecto importante no contexto deste trabalho é a recuperação de terra rara de *shredder* (fração mais fina do ASR), a qual para ser recuperada exige tratamento térmico. O desafio é como realizar essa recuperação de forma prática e econômica em larga escala, uma vez que é um resíduo que apresenta componentes de valor agregado, e portanto, precisa ser considerado na reciclagem de VFV's (KHODIER; WILLIAMS; DALLISON, 2018).

Quanto ao funcionamento dos desmontes credenciados, estes são obrigados a possuir o local de desmontagem isolado de qualquer outra atividade, como por exemplo o comércio de peças usadas, que não pode funcionar em conjunto com o comércio de peças novas. Foi verificado que uma parcela dos desmontes licenciados no Estado não cumprem esse requisito.

Além disso, a estrutura dos desmontes precisa conter piso totalmente impermeável na área de descontaminação, desmontagem e estoque de partes e peças, além da caixa separadora de água e óleo, canaleta de contenção de

fluidos e um espaço para acondicionamento do material destinado à reciclagem (MINAS GERAIS, 2021).

O perfil identificado das empresas é bastante variado, com alta predominância de empresários individuais e microempreendedores, ou seja, empresas de pequeno porte, utilizando como referência o critério técnico de porte adotado pelo Estado segundo a DN COPAM Nº 217, de 2017.

Para as empresas enquadradas na atividade de “Descaracterização de veículos” de código F-05-16-0, se a capacidade instalada compreender de 8 veículos para mais até 40 veículos por dia é pequeno porte, maior que 40 veículos e menor que 400 veículos dia é médio porte, e acima de 400 veículos por dia é grande porte. Portanto, é um setor ainda em desenvolvimento:

“A maioria são microempreendedores. Na verdade, por exemplo, existe o ramo de recuperação onde você conta com um espaço menor e familiar né, onde a pessoa pega o luxo do lixo né, bem dizendo, porque o carro que ele trabalha desse pessoal de recuperação é no carro em movimento, ele é mais um prestador de serviço para a sociedade desse tipo de ramo para o carro em movimento. O cliente tem auto necessidade de não comprar uma peça inteira e sim fazer a manutenção, faz uma lanternagem de um paralama, de um parachoque, de um farol, do farol existe a troca da lente, a troca da carcaça, a regulagem do mesmo que passa por um processo também de laudo técnico [...]. Além disso, tem a reciclagem, que separa o material da recuperadora que não serve mais, é separável, vamos supor que ele pegue uma sucata de seis faróis para fazer um, o resto vai para a destinação final dessas mercadorias, um destino para a reciclagem” (ENT 6).

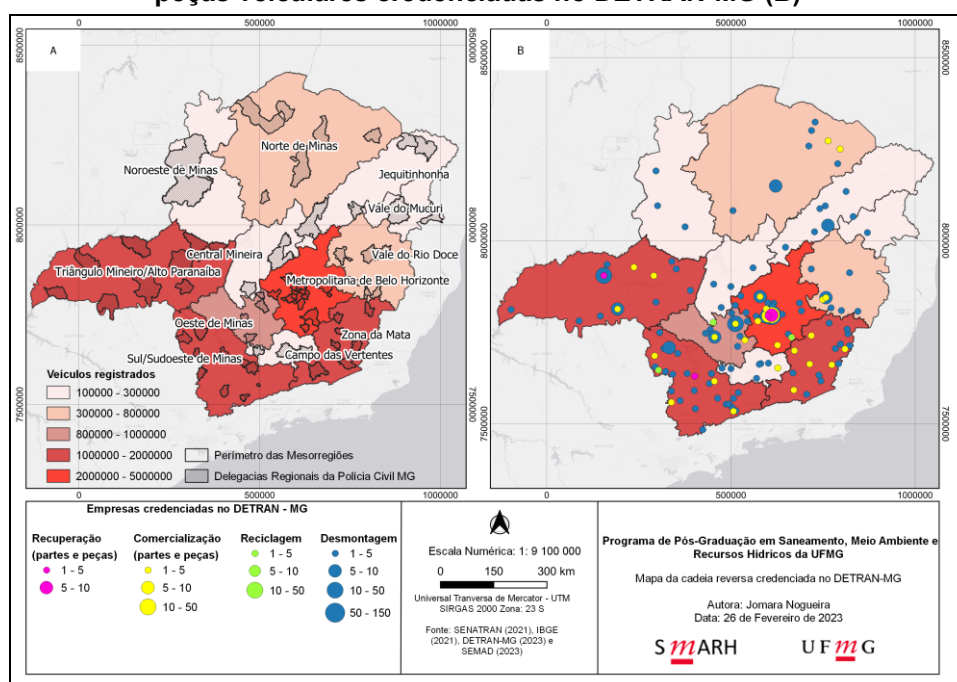
Para a atividade F-17-05-0 referente a descaracterização de veículos e processamento ou reciclagem de sucatas, a capacidade instalada menor que 100 toneladas por dia é pequeno porte, entre 100 e 1000 toneladas por dia é médio porte e acima de 1000 toneladas por dia é grande porte (MINAS GERAIS, 2017).

Considerando os editais já divulgados de leilão de sucatas de inservíveis no Estado, empresas de pequeno e médio porte já atenderiam. As empresas de grande porte precisam de escala para operar, por isso percorrem o país em busca de volumes viáveis de sucata para processamento, sem prejuízo da viabilidade do custo logístico envolvido.

Leilões de sucatas aproveitáveis que ofertam o lote de maneira individualizada se tornam menos atrativos nesse sentido, como Minas Gerais possui um território grande e em termos rodoviários muito heterogêneo, comprar sucatas individuais em leilões se torna mais oneroso e burocrático.

A cadeia de empresas credenciadas pelo DETRAN-MG por meio das Comissões de Desmonte subordinadas às Delegacias Regionais da Polícia Civil são apresentadas a seguir. Na Figura 28 (A) estão representadas as citadas comissões e na Figura 28 (B) as empresas credenciadas nas classificações do DETRAN-MG que são: empresas de desmontagem, recuperação, reciclagem e comercialização de partes e peças.

Figura 28 – Distribuição espacial das Delegacias Regionais da Polícia Civil (A) e das empresas de desmontagem, recuperação, reciclagem e comercialização de partes e peças veiculares credenciadas no DETRAN-MG (B)¹²



Fonte: elaboração própria.

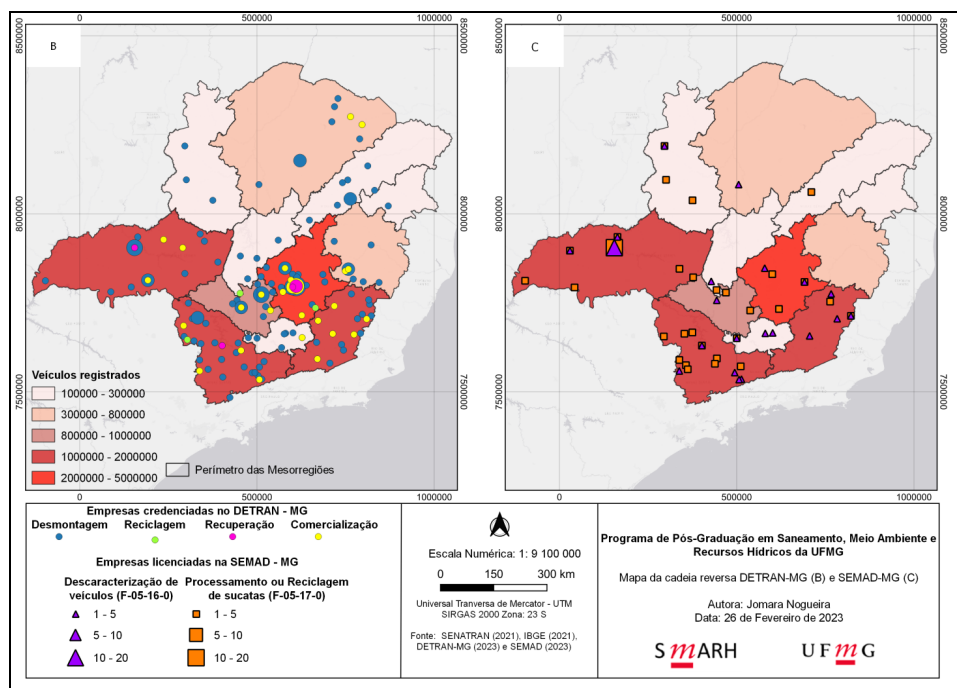
¹² Figura apresentada em seu tamanho original no Apêndice E.

Observa-se a vantajosa participação dos desmontes em detrimento das demais atividades, e uma participação muito tímida de empresas de reciclagem. De modo comparativo, fez-se uma análise do credenciamento realizado pelo DETRAN-MG com o licenciamento de empresas de descaracterização e reciclagem veicular licenciadas no Estado até fevereiro de 2023, os resultados são apresentados na Figura 29.

Nessa comparação observa-se que as recicladoras de sucata no Estado estão concentrada nas mesorregiões Sul e Sudeste e Triângulo Mineiro e Alto Paranaíba, com destaque para o município de Uberlândia. As empresas deste setor também configuram-se em pequenos empreendimentos, assim como os desmontes.

Foram identificadas empresas que estão com licença vigente para a atividade de descaracterização e reciclagem veicular e não estão credenciadas no DETRAN-MG, empresas com CNAE's de comércio de peças novas em conjunto com o comércio de peças usadas, condição que é vedada pela legislação.

Figura 29 – Comparativo da distribuição espacial de empresas credenciadas no DETRAN-MG em relação às empresas de descaracterização veicular e reciclagem licenciadas na SEMAD¹³



Fonte: elaboração própria.

¹³ Figura apresentada em seu tamanho original no Apêndice F.

As atividades mais presentes consistiram nos CNAE's 45.30-7-04 de comércio a varejo de peças e acessórios novos para veículos automotores; 38.31-9-99 referente a recuperação de materiais metálicos, exceto alumínio; 38.39-4-99 recuperação de materiais não especificados e 38.31-9-01 que consiste na recuperação de sucatas de alumínio.

Referente as empresas com enquadramento F-05-17-0, de processamento ou reciclagem de sucata, a maior capacidade instalada observada foi de 100 toneladas por dia em cinco empresas no município de Uberlândia, 1 empresa em Poços de Caldas, 1 empresa em Baependi e 1 empresa em Mosenhor Paulo.

No município de Igarapé, encontra-se com regularização ambiental em andamento uma planta de reciclagem de veículos com processo de trituração cuja capacidade instalada é de 1.600 veículos por dia, correspondente a 1.280 toneladas por dia de sucata veicular a ser reciclada. Quando inaugurada, será a maior operação do tipo no Estado.

Na Figura 30, são apresentadas as empresas que compõe a cadeia de plásticos licenciadas no Estado. Os enquadramentos se referem as atividades de reciclagem de plásticos a seco correspondente ao código F-05-01-0 e reciclagem a base de lavagem com água correspondente ao código F-05-02-9.

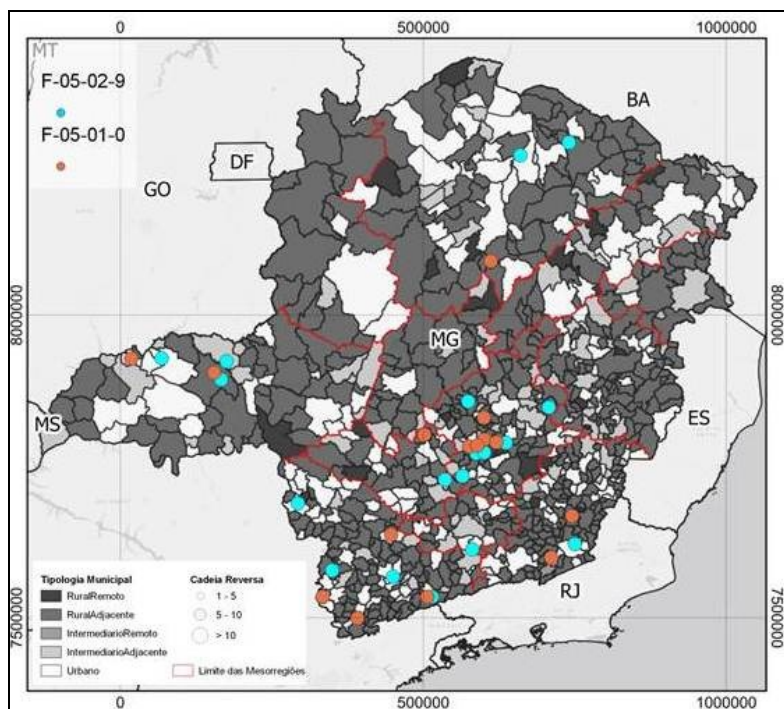
Se a reciclagem for a seco, o licenciamento de pequeno a grande porte é feito tanto no Estado quanto no município. Nesta situação, foram identificadas 15 empresas, todas de pequeno porte. O CNAE mais utilizado como atividade primária foi 22.22-6-00, referente a fabricação de embalagens de material plástico, ou seja, são empresas fora do contexto automotivo.

Referente a reciclagem à base de lavagem com água, foram identificadas 26 empresas concentradas nas mesorregiões do Sul de Minas e Triângulo Mineiro e Alto Paranaíba, todas correspondentes à pequenos empreendimentos.

O CNAE mais utilizado foi 38.32-7-00, referente a recuperação de materiais plásticos de uma forma geral. Atividades destoantes como fabricação de

alimentos para animais e transporte rodoviário de mudanças, são atividades que também foram encontradas nos dados governamentais.

Figura 30 – Distribuição espacial da cadeia reversa de empresas do setor de plásticos licenciadas na SEMAD no Estado de Minas Gerais¹⁴



Fonte: elaboração própria.

Observa-se que as empresas de reciclagem de plástico atuantes no Estado não possuem elementos que consigam demonstrar a sua atuação no setor automobilístico, não foi possível rastrear nessa pesquisa essa relação pela falta de reportes mediante as tentativas de contato feitas.

A distância de localização dos geradores de resíduos veiculares, a falta de tecnologia para processar os resíduos plásticos existentes mas também a inviabilidade econômica para a recuperação, considerando a própria logística, são fatores que podem contribuir para a carência de atuação deste segmento na cadeia reversa automotiva.

Contudo, especialistas do setor, associam à reciclagem de plásticos uma série de outros fatores interferentes:

¹⁴ Figura apresentada em seu tamanho original no Apêndice H

“[...] tem um mercado informal muito forte que faz esse leilão, se a coisa transitasse de indústria para indústria, sem querer desmerecer o atravessador, mas igual eu te falei, ele não tem fidelidade [...] Então, assim, quando você estreita os laços de indústria para indústria, criando canais com menos percurso, você tem mais rastreabilidade e mais constância dos materiais, você vai trabalhar de forma mais afiada e de forma a garantir tudo o que você precisa para trás”. (ENT 7).

Além da fidelidade para garantir a rastreabilidade, outro ponto de destaque foi a composição das peças automotivas, revelando que o desenho de produto precisa ser internalizado junto aos projetos de engenharia das montadoras no Estado e no país, pois na aquisição de veículos, se adquire veículos de qualquer região, de diferentes fabricantes e diferentes períodos de fabricação, e complementa-se:

“Eu diria o seguinte, o polietileno e o polipropileno representam 70% do universo das sucatas, eles possuem um valor menor. Um parachoque de PP é R\$ 1,80 Kg. Mas por exemplo, se você pegar o nylon você consegue o nylon a R\$ 4,00 kg, com as peças técnicas você consegue um valor agregado maior, mas não vão voltar para o mesmo processo. Então, os de guerra hoje seriam o polietileno e o polipropileno. Eles têm um valor agregado menor, mas tem um volume maior de geração, então eles permeiam de uma forma muito forte no mercado de reciclagem” (ENT 7).

Segundo a Associação Brasileira da Indústria de Plástico (ABIPLAST), em 2021, a produção de plásticos reciclados pós-consumo cresceu 14,3 % no Brasil, o índice de reciclagem mecânica pós-consumo se manteve estável, os automóveis e autopeças participam com 8,1 % do mercado consumidor dos plásticos da 3ª geração (transformados plásticos).

Todavia, no Estado de Minas Gerais, os plásticos, espumas e borrachas estão entre os resíduos de difícil destinação, levando muitas vezes as empresas a recorrerem à disposição final ou contratar empresas para fazer seu tratamento quando tecnicamente e economicamente viável. Ocorre que em muitos casos, ainda são encontradas disposições irregulares destes materiais, e devido a

falta de rastreabilidade, este problema se torna ainda mais complexo em ser enfrentado.

O desenho para a desmontagem precisa ser trabalhado fortemente entre governo e montadoras, a falta de uma política industrial articulada com a política de resíduos sólidos interfere nessa realidade. Conforme especialistas da indústria de transformação, a mistura de diferentes polímeros compromete a reciclagem dos materiais automotivos:

“[...] um para-choque é feito principalmente de polipropileno (PP), mas para ele poder ter a resistência mecânica necessária principalmente em uma colisão, capacidade de deformação e ao mesmo tempo amortecimento, ele só como polipropileno ele não é suficiente, então ele vai ter camadas, como por exemplo, fibras de vidro, ou algum outro material polimérico que tenha alguma resistência mecânica diferenciada, que vai se misturar a este PP para poder então gerar a qualidade necessária para a peça. Isso acaba sendo um problema crítico, porque a gente não consegue reciclar isso como polipropileno, no que é olhado como reciclagem mecânica esse produto acaba sendo descartado no processo como perda pelo fato de que ele tem outros materiais contaminantes que gerariam prejuízo, e inviabilizam de fato a reciclagem mecânica do material [...]” (ENT 8)

“[...] Hoje em dia existe para-choque colorido, acho que todos são coloridos, e nessa miscelânea de tintas coloca-se mil coisas que chega no processo produtivo, aquilo provoca um gás absurdo e aí, isso exige uma série de controles ou te inibe usar aquele material puro. É trabalhar com prerrogativas mínimas no ciclo do produto de forma que ele vá até o final, mas no “ciclo” de forma que alimente uma economia circular de forma economicamente viável [...]” (ENT 7)

Segundo Leite (2017), um dos problemas da reciclagem de automóveis tem sido a separação de uma diversidade de plásticos constituintes. Isto pode ser mitigado com a introdução na linha de montagem de equipamentos de reconhecimento instantâneo dos diferentes plásticos ou os plásticos serem identificados com algum tipo de código durante sua fabricação (LEITE, 2017).

Portanto, percebe-se que trata de um cenário muito além de criar incentivos para atrair indústrias que possuam condições de reciclar, mas é preciso reverter o modelo linear da indústria automobilística incorporando princípios da economia circular como o desenho para a desmontagem, de forma que os problemas já identificados sejam previstos e corrigidos antes das novas fabricações, ou seja, o *ecodesign*.

Nos desmontes no Estado, esses materiais se tornam rejeitos na grande maioria das vezes e acabam sendo doados para sucateiros de bairro, chamados de “carrinheiros”, ou são coletados por empresas de tratamento de resíduos (ocorre pouco), ou destinados à disposição final em menor participação.

Em geral, empresas contratadas para a destinação de resíduos veiculares buscam esses materiais acumulados em caçambas conforme pode ser observado na Figura 31, que ilustra o volume armazenado desses resíduos em um desmonte credenciado no DETRAN-MG e situado no município de Lavras:

Figura 31 – Acondicionamento de espumas em caçambas (a) e acúmulo de para-choque em área de armazenamento (b) de pátio credenciado no DETRAN-MG



Fonte: elaboração própria.

Em 2020, o índice nacional de reciclagem pós consumo do Poliuretano (PU) foi de apenas 20,2%. A cada 1 tonelada de material plástico reciclado produzido, reduz 1,1 tonelada em média de resíduo plástico disposto em aterro (ABIPLAST, 2021).

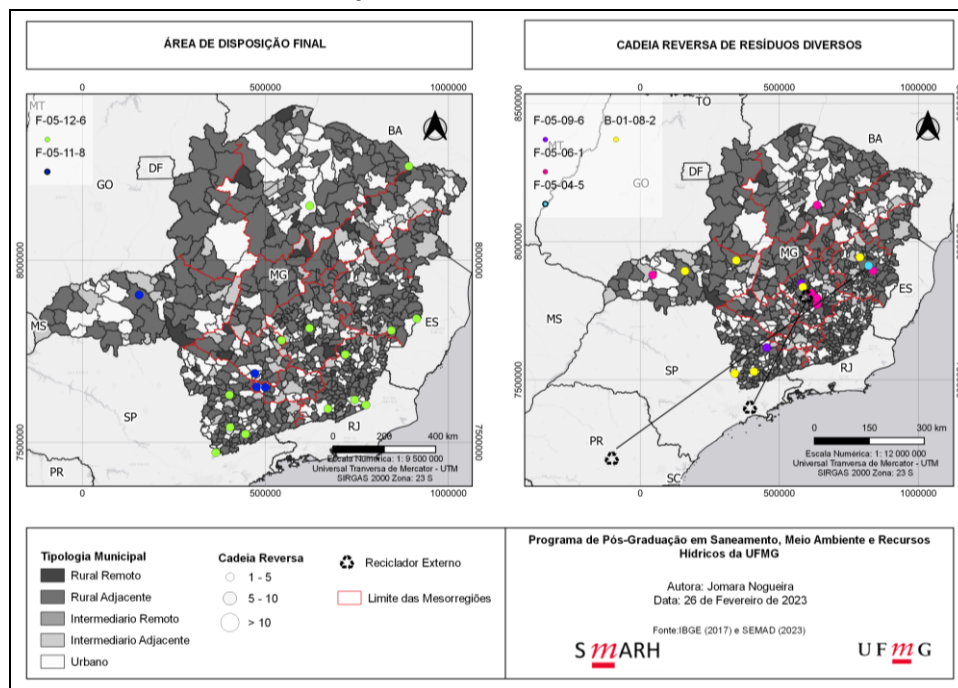
A seguir, na Figura 32 é apresentada a distribuição das áreas de disposição final licenciadas pelo Estado de Minas Gerais, que inclui aterro para resíduos perigosos classe I e aterro para Resíduos não perigosos Classe II-A e II-B, exceto resíduos sólidos urbanos e resíduos da construção civil. São áreas de destinações pagas.

Na mesma Figura também é apresentada a cadeia dos demais resíduos que se juntam nos desmontes como rejeito, como ocorre com o vidro automotivo de parabrisa (vidro laminado) e lâmpadas. Além disso, inclui-se os resíduos vendidos como as baterias automotivas e óleos lubrificantes. As lâmpadas automotivas não estão incluídas pelas empresas de recolhimento de lâmpadas no Estado no âmbito do SLR já implementado.

As espumas que são feitas de Poliuretano (PU), uma resina plástica de difícil reciclagem, é um dos rejeitos mais problemáticos. Raras são as empresas no país que fazem seu tratamento reverso e são processos caros por envolver reciclagem química. Um dos especialistas do setor destaca que:

“O poliuretano em particular ele tem como ser reaproveitado para fazer poliuretano, não é exatamente um processo, dá para se chamar de reciclagem, mas hoje existe tecnologia específica para a recuperação do poliuretano. Especialmente as espumas, para esses casos sim, já existe tecnologia, mas ele acaba entrando em um nicho muito específico de recuperação” (ENT 8).

Figura 32 – Distribuição espacial da cadeia reversa composta por empresas que realizam a disposição final e empresas da cadeia reversa de óleo lubrificante, baterias, vidro e lâmpadas em Minas Gerais¹⁵



Fonte: elaboração própria.

Em consulta a um dos principais aterros sanitários licenciados no Estado, verificou-se que resíduos automotivos acabam chegando em quantidade pequena, inferior a 30 toneladas por mês. Quando isso ocorre, são destinados para uma área específica operada junto à Prefeitura Municipal de Belo Horizonte (PBH), onde são triados e direcionados à uma empresa parceira (SANTOS, 2022).

Um dos resíduos mais visados na atualidade seja pela cadeia reversa que vem se desenvolvendo no país ou pela entrada dos veículos elétricos, são as baterias automotivas. No Estado, somente uma empresa possui licença para reciclagem de pilhas, baterias e acumuladores, trata-se de uma empresa de grande porte sediada no município de Governador Valadares.

Todavia, a atividade de reciclagem das baterias da empresa é realizada fora do Estado, que fica limitado somente à entrega e transporte até o local de destino. Complementa-se:

¹⁵ Figura apresentada em seu tamanho original no Apêndice G

“Desde janeiro de 2019 estamos com a atividade de fabricação e reciclagem de bateria chumbo ácido paralisada, continuamos somente com a atividade de comercialização e distribuição de baterias chumbo ácido para a região nordeste, parte das regiões norte e centro oeste, e para parte do estado de Minas Gerais e os estados do Rio de Janeiro e Espírito Santo. Em cumprimento da lei nº 12.305/2010 e da resolução CONAMA 401/2008, a sucata de bateria deve ser devolvida como forma de cumprimento da logística reversa, tendo essa premissa, temos como principal fonte de fornecimento nossos distribuidores estaduais e regionais, mas recebemos também sucata gerada por sucateiros, indústrias, mineradoras, transportadora, ou seja, empresas que de modo geral precisam destinar corretamente a sucata gerada em seus processos. As empresas fabricantes de bateria chumbo ácido já tinham em operação sistema de logística reversa funcionando, pois no Brasil tínhamos duas minas de galena, mineral do qual se extrai o chumbo, essas minas eram operadas pelo governo federal e foram fechadas, a galena brasileira é muito pobre em chumbo, sendo então de vital importância que as empresas que fabricam baterias retirassem do mercado a sucata para obtenção de chumbo reciclado, utilizado na fabricação de novas baterias [...] (REIS, 2022).

“Entre os tipos de sucatas negociados, a sucata de bateria tem um dos maiores mercados, por este motivo é bem valorada, sendo assim compramos dos geradores acima citados, sendo seu preço regido pela demanda, hoje a oferta está em crescimento, por este motivo o preço está caindo, estamos praticando algo em torno de R\$4,00 por quilograma. Já em relação aos distribuidores, estes são obrigados a devolverem em peso a quantidade comprada. Como foi dito, recebemos sucata das regiões onde comercializamos, ou seja, além de Minas Gerais, dos outros estados e regiões que comercializamos. Recebemos em torno de 8.000 a 10.000 toneladas/ano. Após a reciclagem, o chumbo nós é devolvido e enviado para nossa unidade em Bauru/SP para fabricação de novas baterias, não havendo comercialização para outros segmentos” (REIS, 2022).

Em Minas Gerais, segundo o Instituto Brasileiro de Energia Reciclável (IBER), empresa gestora do SLR de baterias, é atendida a rede varejista de auto elétrica como oficinas automotivas, mas as empresas de desmontes não estão incluídas no SLR de baterias implementado.

Em seu relatório de gestão de 2021, o IBER aponta que como não há recicladores de baterias chumbo-ácido no estado de Minas Gerais, o volume recuperado de chumbo, plástico e ácido do processo de reciclagem da bateria inservível é realizado por recicladores de outros estados (IBER, 2021).

Neste contexto, os desmontes se tornam uma promissora fonte de adesão ao SLR, que precisa ser reavaliado nesse sentido, pois não justifica entregar baterias inservíveis de uma oficina ou um centro de reciclagem e dar outro destino as baterias inservíveis dos centros de desmontagem.

No entanto, o desmontador compra a sucata aproveitável para retirar como uma de suas partes as baterias, logo, elas são vendidas e não entregues sem custo como ocorre nos pontos de coleta da IBER, esta possibilidade só ocorre diretamente com a recicladora, e isso precisa ser reavaliado na previsão de incluir essa cadeia reversa. Complementa-se:

“A carcaça de bateria já encontra reciclador, as empresas especializadas de caixas de baterias geralmente já fazem a logística reversa, não só da bateria para dar fim aos metais pelo resíduo perigoso dos ácidos ali presentes, mas o plástico em si também é acessado pelas empresas que já fazem caixa de bateria, acessam esse mesmo plástico de polipropileno para fazer a reciclagem. E esse caso em particular é 100% de polipropileno, o que permite a circularidade. Ela é uma situação circular na veia, digamos assim” (ENT 7).

A mesma situação ocorre com os pneus inservíveis, os pontos de coleta são destinados ao consumidor final, os desmontes tentam vender a borracha para empresas de reciclagem, em pontos de SLR. Quando a logística inviabiliza o transporte ou o recolhimento, esses materiais são doados para sucateiros da região ou dispostos.

Outro resíduo de difícil destinação é o vidro laminado, apenas uma empresa foi mencionada pelas associações de classe setoriais, que atualmente possui um centro de coleta no município de Contagem, com a função de central de

recebimento para encamiamento nas usinas existentes no Estado de São Paulo. Em Contagem, este material é recebido mediante doação.

Os desmontes podem se credenciar junto a empresa, e após a aprovação do cadastro podem entregar diretamente no local sem custo ou dependendo da quantidade, a empresa disponibiliza uma caçamba para acondicionamento no local, e recolhe mediante programação.

Alguns estabelecimentos de venda de vidros automotivos doam o vidro de parábrisa removido para organizações ambientais sem fins lucrativos, mas não souberam informar o tratamento empregado no material por estas associações.

As empresas enquadradas sob o código B-01-08-2 referente a fabricação e elaboração do vidro e cristal, inclusive a partir da reciclagem são direcionadas em totalidade à fabricação de embalagens e artefatos, e não atendem ao mercado automotivo.

Quanto ao rerrefino de óleo lubrificante no Estado, duas empresas possuem licenciamento para a atividade, estando elas sediadas nos municípios de Sete Lagoas e Varginha, todavia, empresas paulistas também recolhem nos desmontes no Estado. Verificou-se que o óleo lubrificante é destinado rapidamente pois é vendido à estas empresas, em um sistema mais bem estabelecido e encadeado.

Não foram identificadas empresas de reciclagem de gases pressurizados de componentes automotivos, o mesmo ocorre com os conversores catalíticos, com poucas empresas no país, a principal delas com filiais nos municípios de Americana e Guarulhos, ambas no Estado de São Paulo.

Quanto aos catalisadores, por conter alto valor agregado, muitos compradores autônomos compram dos desmontes e vendem para as unidades industriais existentes no país. Em Minas Gerais, em 2022, foi identificada uma grande empresa no município de Betim que trabalha com esses materiais, realizam a triagem e remuneram o fornecedor após toda a caracterização realizada.

Nesse processo, foi verificado que os catalisadores com procedência de desmontes regularizados são entregues sem adulterações e são analisados em ensaios laboratoriais para quantificação dos minerais nobres a serem recuperados. Posteriormente, a empresa repassa para sua parceira global, sediada na Bélgica, responsável pela recuperação de metais nobres.

Todavia, fornecimentos de pessoas físicas ou de pessoas jurídicas podem conter adulterações, como já ocorreu em recebimentos pela mencionada empresa, nos quais foram encontrados pó de cimento adicionados a cerâmica refratária do revestimento interno da peça, como forma de ludibriar a massa do material, pois o pagamento utiliza como critério o quilograma¹⁶.

Mediante todo o exposto, quando a análise é a destinação final dos resíduos oriundos do fluxo reverso de VFV's, o primeiro aspecto é determinar as atribuições dos atores de maneira efetiva e encadear suas responsabilidades de forma sólida nas regulamentações, com reforço da fiscalização.

Para fazer de forma efetiva, é necessário que o governo como mediador de interesses e com papel regulador adote medidas comerciais restritivas aos poluidores pagadores que se negarem a assumir seu papel na destinação final de seus produtos em fim de vida.

Para que ocorra a valorização dos componentes passíveis de reciclagem em face às tecnologias disponíveis, é necessário integrar as informações de fabricação dos veículos, especialmente em termos de composição de materiais, bem como os critérios de beneficiamento exigidos pela indústria de transformação. Esses dois atores precisam dialogar com os intermediários (desmontes, pequenas empresas de sucata e de operadores logísticos) para adequação dos processos.

Em relação ao primeiro aspecto no Estado de Minas Gerais, este oscila nas três esferas administrativas, ainda não está sedimentado o pleno entendimento do que são os VFV's no arcabouço legal de resíduos sólidos e nos atores

¹⁶ Informação registrada em visita técnica.

participantes do fluxo, tampouco se haverá diferenciação do que é resíduo sólido ou sucata.

O segundo aspecto que é essencial quando se predispõe a construir uma estrutura de cadeia reversa ancorada na economia circular é a rastreabilidade da geração de qualquer resíduo, não há forma de controle daquilo que é desconhecido, e neste caso em especial, é utópico se falar em circularidade.

Nesta perspectiva, o Manifesto de Transporte de Resíduos (MTR) e o Certificado de Destinação Final (CDF) são compromissos atuais e importantes para promover a rastreabilidade. Mesmo que de adesão compulsória para os desmontes de VFV's contemplando os diferentes resíduos gerados com seu desmantelamento, ainda não é encontrado internalizado pelo setor.

A LR de VFV's não condiz com a atividade fim das montadoras, é necessário que o importante papel de recuperadores ambientais dos profissionais do setor, desperte nas montadoras a sua responsabilidade, e para isso, o governo precisa entrar fortemente, ação que ainda não ocorreu.

A LR precisa avançar para uma participação obrigatória como já ocorre em muitos países, e não ser somente priorizada nos sistemas já instituídos, de modo a aumentar o alcance desejado e inibir ações contrárias. Para isso, é preciso aperfeiçoar os mecanismos de adesão, e atrair uma expressiva parcela de mercado como os desmontes, os quais ainda não participam do processo.

É salutar que os entes econômicos defendam seus interesses e tenham autonomia nas suas atividades, mas para ampliar a estrutura reversa na gestão adequada de VFV's, é preciso desenvolver uma política tributária e uma política industrial condizente com os deveres ambientais e sociais, assim, torna-se possível caminhar na direção de parques industriais de engenharia reversa no Estado e no país.

Destaca-se que a LR é um balanço inteligente de diferentes alternativas para solucionar a destinação final dos resíduos sólidos, ao mesmo tempo, é também um instrumento de desenvolvimento econômico e social, e o Estado e o país

precisam se atentar em desenvolver uma estrutura fiscal compatível com os avanços pretendidos e necessários para endereçar soluções aos desafios atuais.

Além disso, o beneficiamento da sucata é um dos aspectos técnicos a serem observados, pois demanda maior nível de industrialização da cadeia reversa atual no Estado. Nem todo material pode ser trabalhado da mesma forma, pois se perde valor e onera-se o processo, em muitos casos a trituração amplamente empregada para os veículos não é recomendável. Um dos entrevistados complementa:

“Não dá para shreedar o material de alumínio. O que acontece é que para você shreedar o bloco de alumínio você tem que ter o equipamento completo, aí triturou, e depois outro equipamento que não lembro o nome que através de um processo de raio laser e ultrassom consegue identificar o tipo do metal, e através de uma esteira com sopros ele vai separando [...] ele pega o material shreedado, ele coloca nesse equipamento e ele separa. Olha que interessante, depois que ele separa todo esse material, lá no final do processo [...] ainda tem uma esteira com uns dez funcionários fazendo a catação manual para você ter uma ideia, por quê? Porque uma vez que você shreedou um material desse você misturou ferro, magnésio, zamac...para você conseguir tirar tudo aquilo do alumínio...Olha, eu já tive a oportunidade de visitar [...] essas empresas siderúrgicas, no final depois que eles trituram a sucata, sobre uma sucata que eles chama de zorba, essa sucata zorba tem de tudo, ainda tem ferro, tem alumínio, tem plástico, tem borracha, tem todo tipo de material que você imaginar ali, e aí os sucateiros compram essa zorba, coloca nesses equipamentos que eu te falei para poder separar, ainda faz uma separação manual para poder retirar o alumínio que seja possível vender para a indústria. Olha a trabalhadeira que dá” (ENT 9).

Além de avançar em tecnologias, o Estado precisa se articular com os municípios em volta de objetivos comuns, como a valorização e a circularidade de seus resíduos veiculares, além de reforço da fiscalização. A desigualdade de tratamento entre as diferentes regiões provoca o redesenho de fluxos, de pequenos a grandes sucateiros, formais e informais. O engajamento de

indústrias certificadas para a destinação final, requer da cadeia reversa uma profissionalização do comércio praticado, e complementa-se:

“[...] ela precisava ser mais bem regularizada no nosso mercado, porque infelizmente é um mercado muito corrompido, tem muitas operações ilegais, tem muita sonegação de imposto, muita compra sem nota, às vezes a pessoa vende uma sucata com nota de outro produto, com empresas fantasmas. Então, infelizmente é um mercado que precisa se profissionalizar mais, precisa trabalhar com mais *compliance*” (ENT 9).

A limitação deste trabalho consistiu em diagnosticar a cadeia reversa com as empresas licenciadas via SEMAD-MG, as empresas licenciadas pelos municípios, na quase totalidade deles, não estão divulgadas publicamente para as atividades analisadas neste trabalho, sendo um dos fatores limitantes.

Mediante o acesso via e-SIC municipal e por correio eletrônico, foram consultados todos os municípios aptos para licenciar as atividades F-05-16-0 e F-05-17-0. Responderam apenas os municípios de Além Paraíba, Bambuí, Belo Horizonte, Brumadinho, Extrema, Governador Valadares, Ibité, Itajubá, Ituiutuba, Juiz de Fora, Lagoa Santa, Prata, Ribeirão das Neves, Santa Luzia, São Gotardo, São Sebastião do Paraíso, Ubá e Uberaba.

As respostas equivalem até o mês de fevereiro de 2023. Os municípios de Bambuí, Água Comprida, Além Paraíba, Extrema, Governador Valadares, Itajubá, Ribeirão das Neves e São Sebastião do Paraíso não apresentaram nenhuma empresa licenciada para as atividades F-05-16-0 e F-05-17-0.

Os municípios de Brumadinho, São Gotardo e Ubá possuem 1 empresa licenciada para a atividade F-05-16-0, de classe 2. Uberaba para a mesma atividade possui 1 empresa licenciada como classe 3. Ibité e Juiz de Fora, não apresentaram empresas licenciadas nestas atividades, apenas uma empresa foi identificada, mas foi dispensada de obter licença ambiental.

Somente os municípios de Governador Valadares, Prata e Ubá dentre os respondentes, apresentaram página eletrônica com a divulgação das licenças

ambientais. Verificou-se que a divulgação eletrônica no diário oficial não é um serviço que todo município possui neste contexto, dificultando portanto o acesso à informação.

O município de Belo Horizonte desenvolveu um sistema de divulgação de empreendimentos licenciados e que está em fase de homologação, cujas informações ainda não estão disponíveis em suas páginas institucionais (VIEIRA, 2022).

É obrigação de cada município, ou seja, do órgão licenciador, fornecer a relação de empreendimentos licenciados quando solicitado e ainda manter esta listagem disponível em algum instrumento institucional (SEMAD, 2022). Logo, a falta de transparência de acesso a dados e informações foi o maior dificultador no mapeamento do fluxo reverso neste trabalho.

Por fim, vale salientar iniciativas próprias que surgem em direções sustentáveis desse processo reverso. A primeira delas é no Estado de São Paulo, que já possui instituída a logística reversa de filtro de óleo automotivo, condicionando ao licenciamento ambiental das empresas à adesão desse sistema, trata-se de um resíduo perigoso e gerado no processo de desmonte (SÃO PAULO, 2021)

A segunda iniciativa refere-se ao Projeto Savemotors iniciado em Belo Horizonte, uma iniciativa de um grupo de empresas inicialmente constituído para fomentar a reciclagem sistêmica de veículos em fim de vida e promover a economia circular no contexto da indústria automobilística, quantificando os benefícios ambientais atrelados a esta atividade. Este projeto conta com o Centro Internacional de Reciclagem Automotiva (CIRA) sediado no Centro Federal de Educação Tecnológica de Minas Gerais (CEFET-MG).

Em dois anos de execução, 100 veículos foram reciclados, poupando energia equivalente ao consumo médio mensal de 2.973 residências no Brasil. O CO₂ poupado equivale à captura de carbono de 16.407 árvores de Mata Atlântica do Brasil, o aproveitamento dos veículos foi acima de 90%. Em 2023, o projeto busca parcerias de empresas e do governo para expansão da rede no Estado de Minas Gerais (CASTRO, 2022).

6 CONCLUSÃO

A quantificação da frota em fim de vida em Minas Gerais mostrou que com mais de 13 milhões de veículos registrados em 2022, o Estado precisa se preparar em razão da desarticulação entre políticas públicas para o descarte de VFV's frente às tendências futuras de aumento da frota.

A idade média de 16,68 anos obtida para a frota de Minas em Gerais em 2021 indica um aumento de veículos obsoletos dentro de um curto período de tempo, cenário que pode intensificar a geração de VFV's nos próximos anos, especialmente considerando a dificuldade de renovação da frota no Estado.

Através da modelagem HOLT foi possível determinar com qualidade a geração anual prevista de VFV's até 2030, sendo que neste ano a estimativa é de que sejam gerados 72.791 VFV's, resultando em 37.765 toneladas de resíduos para tratamento final em Minas Gerais.

A composição da frota revelou a soberania dos veículos leves, seus materiais constituintes se tornam portanto balizadores dos processos de reprocessamento e valorização e das cadeias reversas a serem demandadas, com maioria de participação de materiais metálicos.

Considerando as legislações de renovação de frota mencionadas, pode-se dizer que 3,7 milhões de veículos estão aptos a saírem de circulação de acordo com sua idade de fabricação, indicando o potencial de mercado de reciclagem veicular que Minas Gerais possui para os próximos anos.

A caracterização do fluxo de VFV's incluindo seus atores e papéis mostrou a ausência de recicladores com capacidade operacional e nível de industrialização para o tratamento de materiais como plástico, vidro, catalisadores, e outros materiais veiculares que ainda são rejeitos e poderiam ser reciclados em face de tecnologias já disponíveis em outros países.

As apreensões decorrentes de remoções e posterior guarda em pátios revela a complexidade para desembaraço dos veículos a serem reciclados, torna-se

necessário reavaliar as medidas de liberação, simplificando os casos mais comuns, priorizando os veículos sucatas a seguirem para a destinação final.

Foi constatada a lacuna existente entre os sistemas de credenciamento e a licença ambiental, evidenciando a falta de articulação entre os diferentes órgãos, que precisam compatibilizar as bases de informações comuns para aperfeiçoar a fiscalização.

Quanto aos veículos abandonados em vias públicas e dispostos em ambientes inadequados, foi evidenciada a falta de estrutura operacional e áreas de armazenamento nos municípios para lidar com essa realidade, ficando estes na maioria dos casos, dependentes de apoio do Estado, em vista do reduzido número de adesões ao SNT.

Também foi evidenciada a heterogeneidade de legislações para lidar com a realidade de abandono, e a ausência delas na maioria dos municípios, dificultando uma atuação conjunta destes com os órgãos estaduais.

A carência na gestão de dados foi revelada como um dos principais fatores limitantes do fluxo reverso, impactando a sua entrada pela quantificação subestimada das bases de dados governamentais e ao longo do fluxo pela falta de rastreabilidade.

Além da regulação necessária para todo o setor, é necessário trabalhar massivamente a conscientização da população, pois somente procedimentos de comando e controle não serão suficientes, a solução vai além de regulamentar.

Para mitigar os fatores limitantes do fluxo de VFV's em Minas Gerais, é necessário investir em políticas públicas de controle da frota em fim de vida, não limitando à jurisdição estadual, mas ampliadas em todo território nacional, e atribuir à indústria automobilística a sua responsabilidade neste processo.

A ausência das montadoras permite que os demais segmentos industriais atuam de maneira individual quando há interesse. É preciso criar redes,

profissionalizar o setor, homologar fornecedores a trabalharem para as indústrias, promovendo uma economia circular, e para isso, o governo precisa assumir as convocações da responsabilidade atribuída a cada elo da cadeia.

7 RECOMENDAÇÕES

Para futuras pesquisas recomenda-se:

- Elaborar estudos similares nos demais Estados, de maneira a se obter um diagnóstico mais consolidado para o país, considerando a heterogeneidade entre as diferentes regiões geográficas e a autonomia de competência estadual para a gestão de veículos automotores.
- Desenvolver metodologia para o cálculo da massa de geração de resíduos veiculares considerando as variáveis necessárias em vista da heterogeneidade de sua composição.
- Utilizar dados dos municípios além do Estado para caracterização da cadeia reversa.
- Desenvolver uma metodologia para a rastreabilidade dos resíduos, considerando a integração de sistemas estaduais com sistemas federais.
- Apresentar rotas tecnológicas economicamente viáveis para os resíduos automotivos ainda destinados como rejeitos, e quantificar a precificação do custo deste processo.

REFERÊNCIAS

AL-QURADAGHI, Shima *et al.* Optimization Model for Sustainable End-of-Life Vehicle Processing and Recycling. **Sustainability**, v. 14, p. 3551, mar. 2022. DOI: <https://doi.org/10.3390/su14063551>. Disponível em: <<https://www.mdpi.com/2071-1050/14/6/3551>>. Acesso em: 08 nov. 2022.

ARORA, Nitish; BAKSHI, S. K; BHATTACHARJYA S. Framework for sustainable management of end-of-life vehicles management in India. **Journal of Material Cycles and Waste Management**, v. 21 (1), p. 79–97, jan. 2019. DOI: <https://doi.org/10.1007/s10163-018-0771-0>. Disponível em: <<https://link.springer.com/article/10.1007/s10163-018-0771-0>>. Acesso em: 22 nov. 2022.

ASSOCIAÇÃO NACIONAL DOS FABRICANTES DE VEÍCULOS AUTOMOTORES. **Anuário da Indústria Automobilística Brasileira**. [São Paulo, SP]: ANFAVEA, 2022. Disponível em: <<https://anfavea.com.br/site/anuarios/>>. Acesso em: 05 ago. 2022.

ASSOCIAÇÃO NACIONAL DOS FABRICANTES DE VEÍCULOS AUTOMOTORES. **Anuário da Indústria Automobilística Brasileira**. [São Paulo, SP]: ANFAVEA, 2023. Disponível em: <<https://anfavea.com.br/site/anuarios/>>. Acesso em: 02 abr. 2023.

ASSOCIAÇÃO NACIONAL DOS FABRICANTES DE VEÍCULOS AUTOMOTORES. **O caminho da descarbonização do setor automotivo no Brasil**. [São Paulo, SP]: ANFAVEA, 2021. Disponível em: <https://anfavea.com.br/docs/APRESENTA%C3%87%C3%83O_ANFAVEA_E_BCG.pdf/>. Acesso em: 02 abr. 2023.

BANCO NACIONAL DE DESENVOLVIMENTO ECONÔMICO E SOCIAL. Indústria Automotiva. *In*: BANCO NACIONAL DE DESENVOLVIMENTO ECONÔMICO E SOCIAL. **Visão 2035: Brasil, país desenvolvido: agendas setoriais para alcance da meta**. [Brasília, DF]: BNDES, 2018. 1 ed. p. 183-

208. Disponível em: <<https://web.bndes.gov.br/bib/jspui/handle/1408/16040>>. Acesso em: 03 mar. 2023.

BANCO CENTRAL DO BRASIL. Índice de pressão nas cadeias de suprimento brasileiras. Estudo Especial nº 117/2022. BCB, 2022. Disponível em: <https://www.bcb.gov.br/conteudo/relatorioinflacao/EstudosEspeciais/EE117_Indice_de_pressao_nas_cadeias_de_suprimentos_brasileiras.pdf>. Acesso em: 08 mar. 2022.

BANCO CENTRAL DO BRASIL. Relatório de Economia Bancária 2021. BCB, 2021. Disponível em: <<https://www.bcb.gov.br/publicacoes/relatorioeconomiabancaria>>. Acesso em: 08 mar. 2022.

BATISTA, R. **Baixa de veículos**. Destinatário: DETRAN-MG via sistema e-SIC. [S.I.], 22 dez. 2022. 1 mensagem eletrônica.

BELO HORIZONTE. **Decreto nº 17.245, de 20 de dezembro de 2019**. Regulamenta as atividades dispensadas de atos públicos de liberação de atividade econômica [...]. Belo Horizonte, MG: Prefeitura Municipal, [2019]. Disponível em: <https://www.cmbh.mg.gov.br/atividade-legislativa/pesquisar-legislacao/decreto/17245/2019#:~:text=Ementa%3A%20Regulamenta%20as%20atividades%20dispensadas,2019%2C%20e%20d%C3%A1%20outras%20provid%C3%AAscias.>>. Acesso em: 22 jul. 2022

BHARI, Bishao; YANO, Junya; SAKAI, Shin ichi Comparasion of end-of-life vehicle material flows for reuse, material recycling and energy recovey between Japan and the European Union. **Journal of Material Cycles and Waste Management**, v. 23 (2), p. 644-663, mar. 2019. DOI: <https://doi.org/10.1007/s10163-020-01154-8>. Disponível em: <<https://link.springer.com/article/10.1007/s10163-020-01154-8>>. Acesso em: 10 mai. 2022.

BIRDIN, Lawrence. **Análise de Conteúdo**. 1 ed. São Paulo: Almedina, 2011.

BOMFIM, M. **Atribuições do leiloeiro público oficial**. Destinatário: JUCEMG-MG. [S.l.], 31 ago. 2022. 1 mensagem eletrônica.

BRASIL. **Decreto nº 21.981 de 19 de outubro de 1932**. Regula a profissão de Leiloeiro ao território da República. Brasília, DF: Conselho Nacional do Meio Ambiente, [1986]. Disponível em: <https://www.planalto.gov.br/ccivil_03/decreto/1930-1949/d21981.htm>. Acesso em: 02 nov. 2022.

BRASIL. **Resolução nº 18 de 06 de maio de 1986**. Dispõe sobre a criação do Programa de controle de poluição do ar por veículos automotores – PROCONVE. Brasília, DF: Conselho Nacional do Meio Ambiente, [1986]. Disponível em: <<https://www.ibama.gov.br/sophia/cnia/legislacao/MMA/RE0018-060586.PDF>>. Acesso em: 02 nov. 2022.

BRASIL. **Resolução nº 005 de 15 de 06 de junho de 1989**. Dispõe sobre a criação do Programa Nacional de Controle da Poluição do Ar – PRONAR. Brasília, DF: Conselho Nacional do Meio Ambiente, [1989]. Disponível em: <<https://www.ibama.gov.br/sophia/cnia/legislacao/MMA/RE0005-150689.PDF>>. Acesso em: 02 nov. 2022.

BRASIL. **Lei nº 8.722 de 27 de outubro de 1993**. Torna obrigatória a baixa de veículos vendidos como sucata e dá outras providências. Brasília, DF: Presidência da República, [1993]. Disponível em: <<https://www2.camara.leg.br/legin/fed/lei/1993/lei-8722-27-outubro-1993-363266-publicacaooriginal-1-pl.html>>. Acesso em: 02 set. 2022.

BRASIL. **Lei nº 8.723 de 28 de outubro de 1993**. Dispõe sobre a redução de emissão de poluentes por veículos automotores e dá outras providências. Brasília, DF: Presidência da República, [1993]. Disponível em: <http://www.planalto.gov.br/ccivil_03/LEIS/L8723.htm>. Acesso em: 02 nov. 2022.

BRASIL. **Lei nº 1.305 de 28 de outubro de 1994**. Regulamenta a Lei nº 8.722, de 27 de outubro de 1993, que torna obrigatória a baixa de veículos vendidos como sucata e dá outras providências. Brasília, DF: Presidência da República, [1994]. Disponível em: <https://www.planalto.gov.br/ccivil_03/decreto/1990-1994/d1305.htm#:~:text=DECRETO%20N%C2%BA%201.305%2C%20DE%209,sucata%20e%20d%C3%A1%20outras%20provid%C3%A2ncias>. Acesso em: 02 nov. 2022.

BRASIL. **Lei nº 9.503 de 23 de setembro de 1997**. Institui o Código de Trânsito Brasileiro. Brasília, DF: Presidência da República, [1997]. Disponível em: <http://www.planalto.gov.br/ccivil_03/leis/l9503compilado.htm>. Acesso em: 04 nov. 2022.

BRASIL. **Decreto nº 2.652 de 01 de julho de 1998**. Promulga a Convenção-Quadro das Nações Unidas sobre Mudança do Clima, assinada em Nova York, em 9 de maio de 1992. Brasília, DF: Presidência da República, [1998]. Disponível em: <https://www.planalto.gov.br/ccivil_03/decreto/d2652.htm>. Acesso em: 04 nov. 2022.

BRASIL. **Lei nº 9.503 de 23 de setembro de 1997**. Institui o Código de Trânsito Brasileiro. Brasília, DF: Presidência da República, [1997]. Disponível em: <http://www.planalto.gov.br/ccivil_03/leis/l9503compilado.htm>. Acesso em: 04 nov. 2022.

BRASIL. **Resolução nº 11 de 15 de junho de 1998**. Estabelece critérios para a baixa de registro de veículos a que se refere bem como os prazos para efetivação. Brasília, DF: Conselho Nacional de Trânsito, [1998]. Disponível em: <<https://www.gov.br/infraestrutura/pt-br/assuntos/transito/conteudo-Senatran/resolucoes-contran>>. Acesso em: 02 nov. 2022.

BRASIL. **Resolução nº 297 de 15 de junho de 2002**. Estabelece os limites para emissões de gases poluentes por ciclomotores, motocicletas e veículos similares novos. Brasília, DF: Conselho Nacional do Meio Ambiente, [2002]. Disponível em:

<http://conama.mma.gov.br/?option=com_sisconama&task=arquivo.download&id=294>. Acesso em: 10 jul. 2022.

BRASIL. **Resolução nº 418 de 25 de novembro de 2009**. Dispõe sobre critérios para a elaboração de Planos de Controle de Poluição Veicular – PCPV [...]. Brasília, DF: Conselho Nacional do Meio Ambiente, [2009]. Disponível em: <http://conama.mma.gov.br/?option=com_sisconama&task=arquivo.download&id=599>. Acesso em: 12 jul. 2022.

BRASIL. **Lei nº 12.305 de 02 de agosto de 2010**. Institui a Política Nacional de Resíduos Sólidos; altera a Lei nº 9.605, de 12 de fevereiro de 1998 e dá outras providências. Brasília, DF: Presidência da República [2010]. Disponível em: <https://www.planalto.gov.br/ccivil_03/_ato2007-2010/2010/lei/l12305.htm>. Acesso em: 14 abr. 2022.

BRASIL. **1º Inventário Nacional de Emissões Atmosféricas por Veículos Automotores**. Brasília, DF: Ministério do Meio Ambiente, [2011]. Disponível em: <<https://www.gov.br/mcti/pt-br/acompanhe-o-mcti/sirene/publicacoes/relatorios-de-referencia-setorial>>. Acesso em: 13 jul. 2022.

BRASIL. **Portaria nº 23, de 14 de julho de 2011**. Dispõe sobre as operações de comércio exterior. Brasília, DF: Ministério do Desenvolvimento, Indústria e Comércio Exterior [2011]. Disponível em: <https://www.gov.br/produtividade-e-comercio-exterior/pt-br/acesso-a-informacao/legislacao/portarias-secex/anos-anteriores/portarias_secex_2011/portaria-secex-23-11-consolidada.pdf>. Acesso em: 14 dez. 2022.

BRASIL. **Lei Complementar nº 140, de 08 de dezembro de 2011**. Fixa normas, nos termos dos incisos III, VI e VII do caput e do parágrafo único do art. 23 da Constituição Federal, para a cooperação entre a União, os Estados, o Distrito Federal e os Municípios nas ações administrativas decorrentes do exercício da competência comum [...]. Brasília, DF: Ministério do Desenvolvimento, Indústria e Comércio Exterior [2011]. Disponível em:

<http://www.planalto.gov.br/ccivil_03/leis/lcp/lcp140.htm>. Acesso em: 14 dez. 2022.

BRASIL. **Lei nº 12.527, de 18 de novembro de 2011**. Regula o acesso a informações previsto no inciso XXXIII do art. 5º, no inciso II do § 3º do art. 37 e no § 2º do art. 216 da Constituição Federal [...]. Brasília, DF: Presidência da República [2011]. Disponível em: <https://www.planalto.gov.br/ccivil_03/_ato2011-2014/2011/lei/l12527.htm>. Acesso em: 14 dez. 2022.

BRASIL. **Decreto nº 7.724, de 16 de maio de 2012**. Regulamenta a Lei nº 12.527, de 18 de novembro de 2011 [...]. Brasília, DF: Presidência da República, [2012]. Disponível em: <https://www.planalto.gov.br/ccivil_03/_ato2011-2014/2012/decreto/d7724.htm>. Acesso em: 14 dez. 2022.

BRASIL. **2º Inventário Nacional de Emissões Atmosféricas por Veículos Automotores**. Brasília, DF: Ministério do Meio Ambiente, [2013]. Disponível em: <<https://www.gov.br/mcti/pt-br/acompanhe-o-mcti/sirene/publicacoes/relatorios-de-referencia-setorial>>. Acesso em: 13 jul. 2022.

BRASIL. **Lei nº 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. Brasília, DF: Presidência da República, [2014]. Disponível em: https://www.planalto.gov.br/ccivil_03/_ato2011-2014/2014/lei/l12977.htm. Acesso em: 14 mar. 2023.

BRASIL. **Lei nº 13.160 de 20 de maio de 2015**. Altera a Lei nº 9.503, de 23 de setembro de 1997 (Código de Trânsito Brasileiro), para dispor sobre retenção, remoção e leilão de veículo, e revoga a Lei nº 6.575, de 30 de setembro de 1978. Brasília, DF: Presidência da República, [2014]. Disponível em: <https://www.planalto.gov.br/ccivil_03/_ato2015-2018/2015/lei/l13160.htm>. Acesso em: 14 mar. 2023.

BRASIL. **3º Inventário Nacional de Emissões Atmosféricas por Veículos Automotores**. Brasília, DF: Ministério da Integração, Ciência e Tecnologia [2015]. Disponível em: <<https://www.gov.br/mcti/pt-br/acompanhe-o-mcti/sirene/publicacoes/relatorios-de-referencia-setorial>>. Acesso em: 13 jul. 2022.

BRASIL. **Projeto de Lei nº 6.468 de 2016**. Dispõe sobre a importação de veículos automotores usados. Brasília: Câmara dos Deputados, 2013. Disponível em: <<https://www.camara.leg.br/propostas-legislativas/2116964>>. Acesso em: 15 jan. 2023.

BRASIL. **Resolução nº 623 de 06 de setembro de 2016**. Dispõe sobre a uniformização dos procedimentos administrativos quanto à remoção, custódia e para a realização de leilão de veículos removidos ou recolhidos a qualquer título, por órgãos e entidades componentes do Sistema Nacional de Trânsito – SNT [...]. Brasília: Conselho Nacional de Trânsito, 2016. Disponível em: <<https://www.gov.br/infraestrutura/pt-br/assuntos/transito/conteudo-Senatran/resolucoes-contran>>. Acesso em: 15 jan. 2023.

BRASIL. **Lei nº 13.576 de 26 de dezembro de 2017**. Dispõe sobre a Política Nacional de Biocombustíveis (RenovaBio) e dá outras providências. Brasília, DF: Presidência da República, [2017]. Disponível em: <https://www.planalto.gov.br/ccivil_03/_Ato2015-2018/2017/Lei/L13576.htm>. Acesso em: 12 jan. 2023.

BRASIL. **Lei nº 13.755 de 10 de dezembro de 2018**. Estabelece requisitos obrigatórios para a comercialização de veículos no Brasil; institui o Programa de Mobilidade e Logística [...]. Brasília, DF: Presidência da República, [2018]. Disponível em: <http://www.planalto.gov.br/ccivil_03/_Ato2015-2018/2018/Lei/L13755.htm>. Acesso em: 15 jan. 2023.

BRASIL. **Lei nº 13.755 de 10 de dezembro de 2018**. Estabelece requisitos obrigatórios para a comercialização de veículos no Brasil; institui o Programa Rota 2030 – Mobilidade e Logística [...]. Disponível em:

<https://www.planalto.gov.br/ccivil_03/_ato2015-2018/2018/lei/l13755.htm>.

Acesso em: 05 jan. 2023.

BRASIL. **Projeto de Lei nº 4.121 de 2020**. Altera a Lei nº 12.305, de 2 de agosto de 2010, que institui a Política Nacional de Resíduos Sólidos, com o objetivo de dispor sobre a logística reversa de veículos automotores [...]. Disponível em: <<https://www25.senado.leg.br/web/atividade/materias/-/materia/143914>>. Acesso em: 05 jan. 2023.

Acesso em: 15 jan. 2023.

BRASIL. **Resolução nº 810 de 06 de setembro de 2016**. Dispõe sobre a classificação de danos e os procedimentos para a regularização, a transferência e a baixa dos veículos envolvidos em acidentes. Brasília: Conselho Nacional de Trânsito, 2018. Disponível em: <<https://www.gov.br/infraestrutura/pt-br/assuntos/transito/conteudo-contran/resolucoes/Resolucao8102020.pdf>>. Acesso em: 15 jan. 2023.

BRASIL. **4º Inventário Nacional de Emissões Atmosféricas por Veículos Automotores (Energia)**. Brasília, DF: Ministério da Integração, Ciência e Tecnologia, [2020]. Disponível em: <<https://www.gov.br/mcti/pt-br/acompanhe-o-mcti/sirene/publicacoes/relatorios-de-referencia-setorial>>. Acesso em: 13 dez. 2022.

BRASIL. **Lei nº 14.133 de 01 de abril de 2021**. Lei de Licitações e Contratos Administrativos. Brasília, DF: Presidência da República, [2021]. Disponível em: <https://www.planalto.gov.br/ccivil_03/_Ato2019-2022/2021/Lei/L14133.htm>.

Acesso em: 05 jan. 2023.

BRASIL. **Estatísticas - Frota de veículos - SENATRAN 2021**. Ministério da Infraestrutura, [Brasília, DF]: 01 mar. 2023. Disponível em: <<https://www.gov.br/infraestrutura/pt-br/assuntos/transito/conteudo-senatran/estatisticas-frota-de-veiculos-senatran>>. Acesso em: 05 mar. 2023.

BRASIL. **Decreto nº 11.043 de 13 de abril de 2022**. Aprova o Plano Nacional de Resíduos Sólidos - PLANARES. Disponível em: <<https://portal->

api.sinir.gov.br/wp-content/uploads/2022/07/Planares-B.pdf>. Acesso em: 14 out. 2022.

BRASIL. **Sobre a Secretaria Nacional de Trânsito (Senatran)**. [Brasília]: Ministério da Infraestrutura, 04 jan. 2023. Disponível em: <<https://www.gov.br/infraestrutura/pt-br/assuntos/transito/senatran/sobre-a-secretaria-nacional-de-transito-senatran>>. Acesso em: 15 fev. 2023.

BRASIL. **Estatísticas - Frota de veículos - SENATRAM 2022**. Ministério da Infraestrutura, [Brasília, DF]: 01 mar. 2023. Disponível em: <<https://www.gov.br/infraestrutura/pt-br/assuntos/transito/conteudo-senatram/estatisticas-frota-de-veiculos-senatram>>.

BRASIL. **Lei nº 14.440 de 2 de setembro de 2022**. Institui o Programa de Aumento da Produtividade da Frota Rodoviária no País (Renovar) [...]. Brasília, DF: Presidência da República, [2022]. Disponível em: <http://www.planalto.gov.br/ccivil_03/_ato2019-2022/2022/lei/L14440.htm>. Acesso em: 02 nov. 2022.

BRASIL. **Lei nº 14.440 de 2 de setembro de 2022**. Institui o Programa de Aumento da Produtividade da Frota Rodoviária no País (Renovar) [...]. Brasília, DF: Presidência da República, [2022]. Disponível em: <http://www.planalto.gov.br/ccivil_03/_ato2019-2022/2022/lei/L14440.htm>. Acesso em: 02 nov. 2022.

BRASIL. **Resolução nº 967 de 17 de maio de 2022**. Estabelece critérios para a baixa do registro de veículos, bem como os prazos para efetivação. Brasília: Conselho Nacional de Trânsito, 2022. Disponível em: <https://www.gov.br/infraestrutura/pt-br/assuntos/transito/conteudo-contran/resolucoes/Resolucao9672022.pdf>>. Acesso em: 15 jan. 2023.

BRASIL. **Resolução nº 11.276 de 8 de dezembro de 2022**. Regulamenta o Programa de Aumento da Produtividade da Frota Rodoviária no País - Renovar, de que trata a Lei nº 14.440, de 2 de setembro de 2022, e dispõe sobre o Conselho do Renovar. Brasília, DF: Presidência da República, [2022]

Disponível em: <http://www.planalto.gov.br/ccivil_03/_ato2019-2022/2022/decreto/D11276.htm#:~:text=DECRETO%20N%C2%BA%2011.276%2C%20DE%208,sobre%20o%20Conselho%20do%20Renovar.>. Acesso em: 15 jan. 2023.

CASTRO, D. E. **Reciclagem e sustentabilidade na indústria automobilística**. 1, ed. Belo Horizonte: Rona Editora, 2012. 214 p. ISBN 978-85-913373-0-9.

CASTRO, D. E. **Projeto Save Motors**. Destinatário: PLUS Engenharia [S.I], 14 mar. 2022. 1 mensagem eletrônica.

CERQUEIRA-STREIT, Jorge Alfredo *et al.* Sustainable Supply Chain Management in the Route for a Circular Economy: An Integrative Literature Review, **Logistics**, v. 5, dez, 2021. (MDPI) DOI: <https://doi.org/10.3390/logistics5040081>. Disponível em: <<https://www.mdpi.com/2305-6290/5/4/81>>. Acesso em: 22 jul. 2022.

D'Adamo, Idiano; GASTALDI, Maasimo; ROSA, Paolo. Recycling of end-of-life vehicles: Assessing trends and performances in Europe. **Technological Forecasting and Social Change**, v. 152, p. 119887, mar, 2020. DOI: <https://doi.org/10.1016/j.techfore.2019.119887>. Disponível em: <www.sciencedirect.com/science/article/pii/S0040162519320311?via%3Dihub>. Acesso em: 22 out. 2022.

FANG, Xin *et al.* General regression neural network and artificial-bee-colony based general regression neural network approaches to the number of end-of-life vehicles in China. **IEEE Access**, v. 6, p. 19278–19286, mar, 2018. DOI: 10.1109/ACCESS.2018.2814054. Disponível em: <<https://ieeexplore.ieee.org/document/8316813/>>. Acesso em: 20 out. 2022.

EMPRESA DE PESQUISA ENERGÉTICA. **Plano Nacional de Energia – 2050**. Ministério de Minas e Energia, 2020. Disponível em: <<https://www.epe.gov.br/pt/publicacoes-dados-abertos/publicacoes/Plano-Nacional-de-Energia-2050>>. Acesso em: 15 fev. 2022

EUROPEAN UNION. **Directive 2000/53/CE of the European Parliament and of the Council of 18 September 2000 on end-of life vehicles** - Commission Statements. EU, 2000. Disponível em: <<https://eur-lex.europa.eu/legal-content/PT/TXT/?uri=CELEX:32000L0053>>. Acesso em: 01 dez. 2022

EUROPEAN UNION. **Directive 2005/64/CE of the European Parliament and of the Council of 26 October 2005 on the type-approval of motor vehicles with regard to their reusability, recyclability and recoverability and amending Council Directive 70/156/EEC** - Commission Statements. EU, 2005. Disponível em: <<https://eur-lex.europa.eu/eli/dir/2005/64/oj>>. Acesso em: 01 dez. 2022

EUROPEAN UNION. **Document 52020DC0789: Sustainable and Smart Mobility Strategy – putting European transport on track for the future.** Communication from the Commission to the European Parliament, the Council, the European Economic and Social Committee and the Committee of the Regions. EU, 2020. Disponível em: <<https://eur-lex.europa.eu/legal-content/EN/TXT/?uri=CELEX%3A52020DC0789>>. Acesso em: 02 fev. 2023

EUROPEAN UNION. **First ‘Fit for 55’ proposal agreed: the EU strengthens targets for CO₂ emissions for new cars and vans.** Council of the European Union. EU, 2022. Disponível em: <<https://www.consilium.europa.eu/en/press/press-releases/2022/10/27/first-fit-for-55-proposal-agreed-the-eu-strengthens-targets-for-co2-emissions-for-new-cars-and-vans/>>. Acesso em: 02 fev. 2023

FERNANDES DE SOUZA, José Americo *et al.* A forecasting model based on ARIMA and artificial neural networks for end-of-life vehicles. **Journal of Environmental Management**, v. 318, p. 115616, set, 2022. DOI: <https://doi.org/10.1016/j.jenvman.2022.115616>. Disponível em: <<https://www.sciencedirect.com/science/article/pii/S0301479722011896?via%3Di>hub>. Acesso em: 06 jan 2023.

FIELD, A. **Descobrimo a estatística usando o SPSS** [recurso eletrônico]. 5 ed. Porto Alegre: Penso, 2020.

GOVINDAN, Kannan; SOLEIMANI, Hamed. A review of reverse logistics and closed-loop supply chains: a Journal of Cleaner Production focus. **Journal of Cleaner Production**, v. 142, p. 371–384, jan, 2017. DOI: <https://doi.org/10.1016/j.jclepro.2016.03.126>. Disponível em: <<https://www.sciencedirect.com/science/article/pii/S0959652616301986>>. Acesso em: 10 nov. 2022.

HALL, Iain; MCDONALD, Anne. The abandoned cars of Pohnpei: Reflections on a small island economy and environment. **Shima**, v. 14 (2), p. 121–130, mar, 2020. DOI: <https://doi.org/10.21463/SHIMA.14.2.09>. Disponível em: <<https://shimajournal.org/issues/v14n2/09.-Hall-and-McDonald-Shima-v14n2.pdf>>. Acesso em: 10 nov. 2022.

HE, Meiling *et al.* A systematic literature review of reverse logistics of end-of-life vehicles: bibliometric analysis and research trend. **Energies**, v. 13 (21), p. 5586, out, 2020. DOI: <https://doi.org/10.3390/en13215586>. Disponível em: <<https://www.mdpi.com/1996-1073/13/21/5586>>. Acesso em: 10 out. 2022.

INTERNATIONAL ENERGY AGENCY. **Net Zero by 2050: A Roadmap for the Global Energy Sector**. IEA, mai. 2021. Disponível em: <<https://www.iea.org/reports/net-zero-by-2050>>. Acesso em: 20 out. 2022.

INTERNATIONAL ORGANIZATION OF MOTOR VEHICLE MANUFACTURES. **Global Sales Statistics 2019 – 2022**. OICA, 2022. Disponível em: <<https://www.oica.net/category/sales-statistics/>>. Acesso em: 11 mar. 2023.

INSTITUTO BRASILEIRO DE GEOGRAFIA E ESTATÍSTICA. **Classificação e Caracterização dos Espaços Rurais e Urbanos do Brasil: Uma primeira aproximação - 2017**. IBGE, 2017. Disponível em: <<https://www.ibge.gov.br/geociencias/organizacao-do-territorio/tipologias-do-territorio/15790-classificacao-e-caracterizacao-dos-espacos-rurais-e-urbanos-do-brasil.html>>. Acesso em: 10 dez 2022.

INSTITUTO BRASILEIRO DE GEOGRAFIA E ESTATÍSTICA. **Estimativas da População: Tabelas - 2021**. IBGE, 2021. Disponível em: <<https://www.ibge.gov.br/estatisticas/sociais/populacao/9103-estimativas-de-populacao.html>>. Acesso em: 10 dez 2022.

INSTITUTO BRASILEIRO DE GEOGRAFIA E ESTATÍSTICA. **Pesquisa Industrial Mensal – Produção Física (PIM-PF)**. IBGE, 2022. Disponível em: <<https://www.ibge.gov.br/estatisticas/economicas/industria/9294-pesquisa-industrial-mensal-producao-fisica-brasil.html?edicao=36156>>. Acesso em: 10 dez 2022.

INSTITUTO BRASILEIRO DE GEOGRAFIA E ESTATÍSTICA. **Cidades e Estados: rendimento mensal domiciliar per capita**. IBGE, 2022. Disponível em: <<https://www.ibge.gov.br/cidades-e-estados/mg.html>>. Acesso em: 10 fev. 2023.

INSTITUTO DE PESQUISA ECONÔMICA APLICADA. INSTITUTO DE PESQUISA ECONÔMICA APLICADA. **Brasil Pós-Covid 19**. Contribuições do Ministério da Economia. [Brasília, DF]: IPEA, 2020. Disponível em: <<https://ipea.gov.br/portal/categorias/129-coronavirus/publicacoes/8333-brasil-pos-covid-19>>. Acesso em: 12 jun. 2022.

JAMALUDDIN, Faridzah *et al.* End-of-Life Vehicle Management Systems in Major Automotive Production Bases in Southeast Asia: A Review. **Sustainability** (Switzerland), v. 14 (21), p. 14317, nov. 2022. DOI: <https://doi.org/10.3390/su142114317>. Disponível em: <<https://www.mdpi.com/2071-1050/14/21/14317>>. Acesso em: 10 jan. 2023.

JANG, Yong Chul *et al.* Recycling and Material-Flow Analysis of End-of-Life Vehicles towards Resource Circulation in South Korea. **Sustainability** (Switzerland), v. 14, (3), p. 1270, fev. 2022. DOI: <https://doi.org/10.3390/su14031270>. Disponível em: <<https://www.mdpi.com/2071-1050/14/3/1270>>. Acesso em: 10 jan. 2023.

JULIANO, G. **Veículos baixados**. Destinatário: Estatística/Asscord do DETRAN-MG. [S.I.], 27 abr. 2022. 1 mensagem eletrônica.

JULIANO, G. **Apreensão de veículos**. Destinatário: Estatística/Asscord do DETRAN-MG. [S.I.], 17 fev. 2023. 1 mensagem eletrônica.

KHODIER, Ala; WILLIAMS, Karl; DALLISON, Neil. Challenges around automotive shredder residue production and disposal. **Waste Management**, v. 73, p. 566–573, mar, 2018. DOI: <https://doi.org/10.1016/j.wasman.2017.05.008>. Disponível em: <https://www.sciencedirect.com/science/article/pii/S0956053X17303112>. Acesso em: 02 nov. 2022.

LEÃO, S. **Seguro de veículos automotores no Estado de Minas Gerais**. Destinatário: SINDSEG [S.I.], 19 jan. 2023. 1 mensagem eletrônica.

LEITE, Paulo Roberto. **Logística Reversa: meio ambiente e competitividade**. 3. ed. São Paulo: Saraiva, 2017.

LIN, Hsin Tien *et al.* Recycling of end-of-life vehicles in small Islands: The case of Kinmen, Taiwan. **Sustainability** (Switzerland), v. 10 (12), p. 4377, nov. 2018. DOI: <https://doi.org/10.3390/su10124377>. Disponível em: <https://link.springer.com/article/10.1007/s10163-019-00945-y>. Acesso em: 10 mai 2022.

LIU, Junxi *et al.* Impact of recycling effect in comparative life cycle assessment for materials selection - A case study of light-weighting vehicles. **Journal of Cleaner Production**, v. 349, p. 131317, mai. 2022. DOI: <https://doi.org/10.1016/j.jclepro.2022.131317>. Disponível em: www.sciencedirect.com/science/article/pii/S0959652622009465?via%3Dihub. Acesso em: 13 jan. 2023.

MANCINI, Sandro Donnini *et al.* Circular Economy and Solid Waste Management: Challenges and Opportunities in Brazil. **Circular Economy and Sustainability** (Switzerland), v. 1, p. 261-282, nov. 2021. DOI:

282<https://doi.org/10.1007/s43615-021-00031-2>. Disponível em: <<https://link.springer.com/article/10.1007/s43615-021-00031-2>>. Acesso em: 10 mai 2022.

MICHALICK, M.F. **Apreensão de veículos**. Destinatário: PMMG. [S.l], 15 fev. 2023. 1 mensagem eletrônica.

MINAS GERAIS. **Geografia: Localização Geográfica**. Governo do Estado de Minas, [2022]. Disponível em: < <https://www.mg.gov.br/pagina/geografia>>. Acesso em: 12 dez. 2022.

MINAS GERAIS. **RICMS/2002 – ANEXO IX – 1/16**. Dos regimes especiais de tributação. Belo Horizonte: Secretaria de Estado da Fazenda, [2002]. Disponível em: <http://www.fazenda.mg.gov.br/empresas/legislacao_tributaria/ricms_2002_sec_o/anexoix2002_1.html>. Acesso em: 22 fev. 2022

MINAS GERAIS. **Decreto nº 14.937, de 23 de dezembro de 2003**. Dispõe sobre o Imposto sobre a Propriedade de Veículos Automotores - IPVA e dá outras providências. Belo Horizonte: Governo do Estado de Minas Gerais, [2003]. Disponível em: <http://www.fazenda.mg.gov.br/empresas/legislacao_tributaria/leis/l14937_2003.html.pdf>. Acesso em: 22 nov. 2022

MINAS GERAIS. **Lei nº 18.031, de 12 de janeiro de 2009**. Dispõe sobre a Política Estadual de Resíduos Sólidos. Belo Horizonte: Governo do Estado de Minas Gerais, [2009]. Disponível em: < https://www.almg.gov.br/legislacao-mineira/LEI/18031/2009/;PORTAL_SESSIONID=C91040DFC8C15FAD0A41E081FD1FDE5D.worker2>. Acesso em: 22 nov. 2022

MINAS GERAIS. **Lei nº 21.067, de 27 de dezembro de 2013**. Dispõe sobre o Programa de Incentivo à Renovação da Frota de Caminhões no Estado. Belo Horizonte, MG: Governo do Estado de Minas Gerais, [2020]. Disponível em: <<https://www.almg.gov.br/legislacao-mineira/texto/LEI/21067/2013/>>. Acesso em: 22 jul. 2022 MINAS GERAIS.

MINAS GERAIS. **Deliberação Normativa COPAM nº 213, de 06 de dezembro de 2017**. Regulamenta o disposto no art. 9º, inciso XIV, alínea “a” e no art. 18, § 2º da Lei Complementar Federal nº 140, de 8 de dezembro de 2011, para estabelecer as tipologias de empreendimentos e atividades cujo licenciamento ambiental será atribuição dos Municípios. Belo Horizonte, MG: Governo do Estado de Minas Gerais, [2017]. Disponível em: <<http://www.siam.mg.gov.br/sla/download.pdf?idNorma=43778>>. Acesso em: 22 jul. 2022

MINAS GERAIS. **Deliberação Normativa COPAM nº 217, de 06 de dezembro de 2017**. Estabelece critérios para classificação, segundo o porte e potencial poluidor, bem como os critérios locacionais a serem utilizados para definição das modalidades de licenciamento ambiental [...]. Belo Horizonte, MG: Governo do Estado de Minas Gerais, [2017]. Disponível em: <<http://www.siam.mg.gov.br/sla/download.pdf?idNorma=45558>>. Acesso em: 22 jul. 2022

MINAS GERAIS. **Lei Ordinária nº 23.592, de 09 de março de 2020**. Dispõe sobre o Programa de Reciclagem de Resíduos Veiculares (PRRV) e dá outras providências. Belo Horizonte, MG: Governo do Estado de Minas Gerais, [2020]. Disponível em: <<https://leisestaduais.com.br/mg/lei-ordinaria-n-23592-2020-minas-gerais-dispoe-sobre-o-programa-de-reciclagem-de-residuos-veiculares-prrv-e-da-outras-providencias>>. Acesso em: 22 nov. 2022

MINAS GERAIS. **Portaria nº 92, de 12 de fevereiro de 2021**. Dispõe sobre o credenciamento de pessoas jurídicas que exercem a atividade de desmontagem de veículos automotores terrestres, reciclagem, recuperação e/ou a comercialização de partes e peças provenientes de desmontagem, no Estado de Minas Gerais. Belo Horizonte: DETRAN-MG, 2021. Disponível em: <<https://detran.mg.gov.br/sobre-o-detrان-1/legislacao>>. Acesso em: 22 nov. 2022

MINAS GERAIS. **Resolução Conjunta SEMAD/FEAM/IEF/IGAM nº 3.063 de 29 de março de 2021**. Dispõe sobre a classificação de risco das atividades econômicas para fins de controle ambiental, exercido pelo Sistema Estadual de

Meio Ambiente e Recursos Hídricos. Belo Horizonte: Governo do Estado de Minas Gerais, 2021. Disponível em: <<https://detran.mg.gov.br/sobre-o-detran-1/legislacao>>. Acesso em: 22 nov. 2022

MINAS GERAIS. **Portaria nº 347, de 24 de março de 2022**. Estabelece procedimentos para a operacionalização do registro, classificação, reclassificação, fiscalização e monitoramento dos danos decorrentes de acidentes em veículos automotores [...]. Belo Horizonte: DETRAN-MG, 2021. Disponível em: <<https://www.detran.mg.gov.br/sobre-o-detran/legislacao/portarias-do-detran-mg/exibir-portaria/63942/000000/O/2022/1/347>>. Acesso em: 22 nov. 2022

MINAS GERAIS. **Registro Nacional de Veículos em Estoque 0 Km**. DETRAN-MG, 2023. Disponível em: <<https://www.detran.mg.gov.br/sobre-o-detran-1/sala-de-imprensa/noticias/detran-mg-implementa-registro-nacional-de-veiculos-em-estoque-0km>>. Acesso em: 12 fev. 2023

MINAS GERAIS. **Liberar veículo recuperado de furto e roubo**. Governo do Estado de Minas, [2022]. Disponível em: <<https://www.mg.gov.br/servico/liberar-veiculo-recuperado-de-furtoroubo#:~:text=A%20remo%C3%A7%C3%A3o%20do%20ve%C3%ADculo%20e,ve%C3%ADculos%20recuperados%20de%20furto%2Froubo.&text=Com%20o%20alvar%C3%A1%2C%20o%20propriet%C3%A1rio,ve%C3%ADculo%20est%C3%A1%20para%20retir%C3%A1%2DIo.>>. Acesso em: 12 dez. 2022.

MINAS GERAIS. **Licenciamento Ambiental Municipal**. SEMAD, 2023. Disponível em: <<http://www.meioambiente.mg.gov.br/regularizacao-ambiental/regularizacao-ambiental-municipal>>. Acesso em: 20 fev. 2023

MINISTRY OF ENVIRONMENT. Act nº 8405, apr. 27, 2007. **Act on Resource Circulation of Electrical and Eletronic Equipment and Vehicles**. ME (2007). Disponível em: <https://elaw.klri.re.kr/kor_service/lawView.do?lang=ENG&hseq=56181>. Acesso em 02 dez 2022.

MINISTÉRIO DA FAZENDA. **Classificação Nacional de Atividades Econômicas - CNAE**. Receita Federal, 2022. Disponível em: <https://www.gov.br/receitafederal/pt-br/assuntos/orientacao-tributaria/cadastros/cnpj/classificacao-nacional-de-atividades-economicas-2013-cnae/apresentacao>>. Acesso em: 10 fev. 2023.

MINISTRY OF ECONOMY, TRADE AND INDUSTRY. Act nº 87, 2002. **Act on Recycling End-of-Life Automobiles**. METI (Japan), 2002. Disponível em: <<https://www.japaneselawtranslation.go.jp/ja/laws/view/3829>>. Acesso em 02 dez 2022.

MODOI, Oana Cristina; MIHAI, Florin Constantin. E-Waste and End-of-Life Vehicles Management and Circular Economy Initiatives in Romania. **Energies**, v.15 (3), p. 1120, fev, 2022. DOI: <https://doi.org/10.3390/en15031120>. Disponível em: <<https://link.springer.com/article/10.1007/s10163-019-00945-y>>. Acesso em: 15 jan 2023.

MORETTIN, Pedro Alberto; TOLOI, Clélia Maria de Castro. **Análise de Séries Temporais**. 2 ed. São Paulo: Edgar Blücher, 2006.

NAG, Ujjwal; SHARMA, Satyendra Kumar; GONVIDAN, Kannan. Investigating drivers of circular supply chain with product-service system in automotive firms of an emerging economy. **Journal of Cleaner Production**, v. 319, dez. 2021. DOI: <https://doi.org/10.1016/j.jclepro.2021.128629>. Disponível em: <<https://www.sciencedirect.com/science/article/pii/S0959652621028328?via%3Dihub>>. Acesso em: 10 mai. 2022

NUMFOR, Solange Ayuni *et al.* A. A review of challenges and opportunities for end-of-life vehicle recycling in developing countries and emerging economies: A swot analysis. **Sustainability** (Switzerland), v. 13 (9), p. 4918, mai. 2021. DOI: <https://doi.org/10.3390/su13094918>. Disponível em: <<https://www.mdpi.com/2071-1050/13/9/4918>>. Acesso em: 10 mai. 2022.

ORGANISATION FOR ECONOMIC COOPERATION AND DEVELOPMENT. **Extended Producer Responsibility: Updated Guidance for Efficient Waste**

Management. OECD (2016). Disponível em: <https://www.oecd-ilibrary.org/environment/extended-producer-responsibility_9789264256385-en>. Acesso em: 12 jan 2023.

RIO GRANDE DO SUL. **Peça Legal.** Em defesa da Vida. Governo do Estado do Rio Grande do Sul: DETRAN-RS, 2023. Disponível em: <<https://pecalegal.detran.rs.gov.br/cdv-portal/mod-consulta/consulta.xhtml?windowId=9be>>. Acesso em: 08 mar. 2023.

ROSA Ujjwal; SHARMA, Satyendra Kumar; GONVIDAN, Kannan. Improving end of life vehicle's management practices: An economic assessment through system dynamics. **Journal of Cleaner Production**, v. 184, p. 520-536 mai. 2018. DOI: <https://doi.org/10.1016/j.jclepro.2018.02.264>. Disponível em: <<https://www.sciencedirect.com/science/article/abs/pii/S0959652618305961?via%3Dihub>>. Acesso em: 10 mai. 2022.

SAAVEDRA, Yovana MB et al. Remanufacturing in Brazil: Case studies on the automotive sector. *Journal of Cleaner Production*, v.53, p. 267-276. DOI: <https://doi.org/10.1016/j.jclepro.2013.03.038>. Disponível em: <<https://www.sciencedirect.com/science/article/abs/pii/S0959652613001765?via%3Dihub>>. Acesso em: 21 nov. 2022.

SÃO PAULO. **Emissões Veiculares no Estado de São Paulo.** Companhia Ambiental do Estado de São Paulo (CETESB), [2013]. Séries Relatórios. Disponível em: <<https://cetesb.sp.gov.br/veicular/wp-content/uploads/sites/6/2013/12/relatorio-emissoes-veiculares-2013.pdf>>. Acesso em: 23 out. 2022.

SÃO PAULO. **Emissões Veiculares no Estado de São Paulo.** Companhia Ambiental do Estado de São Paulo (CETESB), [2020]. Séries Relatórios. Disponível em: <<https://cetesb.sp.gov.br/veicular/wp-content/uploads/sites/6/2022/03/Relatorio-Emissoes-Veiculares-2020.pdf.pdf>>. Acesso em: 23 out. 2022.

SÃO PAULO. **Decisão de Diretoria Nº 127/2021/P, de 16 de dezembro de 2021**. Companhia Ambiental do Estado de São Paulo (CETESB), [2021]. Séries Relatórios. Disponível em: <<https://cetesb.sp.gov.br/wp-content/uploads/2021/12/DD-127-2021-P-Procedimento-para-a-demonstracao-da-logistica-reversa-no-ambito-do-licenciamento.pdf>>. Acesso em: 23 nov. 2022.

SALATIEL, E. **Apreensão de veículos**. Destinatário: Departamento de Estradas e Rodagem de Minas Gerais - DER-MG [S.I.], 16 dez. 2022. 1 mensagem eletrônica.

SHARMA, Lalit; PANDEY, Suneel. Recovery of resources from end-of-life passenger cars in the informal sector in India. **Sustainable Production and Consumption**, v. 24, p. 1–11, out, 2020. DOI: <https://doi.org/10.1016/j.spc.2020.06.005>. Disponível em: <www.sciencedirect.com/science/article/pii/S235255092030230X?via%3Dihub> . Acesso em: 13 dez. 2022.

SINDICATO NACIONAL DA INDÚSTRIA DE COMPONENTES PARA VEÍCULOS AUTOMOTORES. Relatório da Frota Circulante. SINDIPEÇAS, 2022. Disponível em: https://www.sindipecas.org.br/sindinews/Economia/2021/RelatorioFrotaCirculante_Marco_2021.pdf>. Acesso em: 20 jan. 2022.

SME. **Reciclagem de Veículos, Economia Circular: Pilares do Crescimento Sustentável**.

SMSA. Destinatário: Secretaria Municipal de Saúde. Portal e-SIC [S.I.], 13 jul. 2022. 1 mensagem eletrônica.

SOO V.K, *et al.* The influence of end-of-life regulation on vehicle material circularity: A comparison of Europe, Japan, Australia and the US. **Resources, Conservation and Recycling**, v. 168, mai, 2021. DOI: <https://doi.org/10.1016/j.resconrec.2020.105294>. Disponível em:

<https://www.sciencedirect.com/science/article/abs/pii/S0921344920306091?via%3Dihub>.

SOUZA, R. A. **Programa de Incentivo à Renovação da Frota de Caminhões no Estado de Minas Gerais**. Destinatário: Diretoria de Informações Econômico Fiscais [S.I.], 01 ago. 2022. 1 mensagem eletrônica.

STATISTICAL OFFICE OF THE EUROPEAN UNION. **End-of-life vehicles - reuse, recycling and recovery, totals**. EUROSTAT, 2022. Disponível em: <https://ec.europa.eu/eurostat/databrowser/view/env_waselvt/default/table?lang=en>. Acesso em: 12 mar. 2023.

STOCK, J.R. **Reverse Logistics Programs**. Illinois: CLM, 1998.

TARRAR, Malin; DESPEISSE, Mélanie; JOHANSSON; Björn. Driving vehicle dismantling forward - A combined literature and empirical study. **Journal of Cleaner Production**, v. 295. p. 126410, mai. 2021. DOI: <https://doi.org/10.1016/j.jclepro.2021.126410>. Disponível em: <<https://www.sciencedirect.com/science/article/pii/S0959652621006302?via%3Dihub>>. Acesso em: 06 jan 2023.

TEMPONI, A.O. D. **Apreensão de veículos**. Destinatário: Secretaria Estadual de Saúde - SES [S.I.], 05 jul. 2022. 1 mensagem eletrônica.

TRANG, Nguyen Thi Nha; LI, Yan. Reverse supply chain for end- of- life vehicles treatment: An in- depth content review. **Resources, Conservation and Recycling Advances**, v. 17, mai. 2023. DOI: doi.org/10.1016/j.rcradv.2022.200128. Disponível em: <www.sciencedirect.com/science/article/pii/S2667378922000657?via%3Dihu>. Acesso em: 02 mai. 2022.

UNITED NATIONS. **Used Vehicles and the Environmental – A Global Overview of Used Light Duty Vehicles: Flow, Scale and Regulation**. United Environment Programme. UN, 2020. Disponível em:

<<https://www.unep.org/resources/report/global-trade-used-vehicles-report>>.

Acesso em 02 dez 2022.

UNITED NATIONS. **Report: Envisaging the Future of Cities**. United Nations Human Settlements Programme - World Cities 2022. UN, 2022. Disponível em: <https://unhabitat.org/sites/default/files/2022/06/wcr_2022.pdf>. Acesso em 02 dez 2022.

VALORCAR. **Caso Geral, Veículos Acidentados e Veículos abandonados**. Disponível em: <<https://www.valorcar.pt/pt/vfv/proprietarios>>. Acesso em 02 dez 2022.

VIEIRA, L. R. S. **Sistema de divulgação de licenças ambientais em Belo Horizonte**. Destinatário: Secretaria Municipal de Meio Ambiente (SMMA) [S.I.], 26 dez. 2022. 1 mensagem eletrônica.

ZARAGOZ, Selman *et al.* End-of-life vehicle management: a comprehensive review. **Journal of Material Cycles and Waste Management**, v. 22 (2), p. 416–44, mar. 2020. DOI: <https://doi.org/10.1007/s10163-019-00945-y>. Disponível em: < <https://link.springer.com/article/10.1007/s10163-019-00945-y>>. Acesso em: 10 mai. 2022.

WANG, Jia *et al.* Institutional, Technology, and Policies of End-of-Life Vehicle Recycling Industry and Its Indication on the Circular Economy- Comparative Analysis Between China and Japan. **Frontiers in Sustainability**, v. 2. DOI: <https://doi.org/10.3389/frsus.2021.645843>. Disponível em: <<https://www.frontiersin.org/articles/10.3389/frsus.2021.645843/full>>. Acesso em: 10. Fev. 2023

WEETMAN, Catherine. **Economia Circular: conceitos e estratégia para fazer negócios de forma mais inteligente, sustentável e lucrativa**. 1. ed. São Paulo: Autêntica Business, 2019.

YANG, Yan *et al.* Alternative selection of end-of-life vehicle management in China: A group decision-making approach based on picture hesitant fuzzy

measurements. **Journal of Cleaner Production**, v. 206, p. 631-645, jan. 2019.

DOI: <https://doi.org/10.1016/j.jclepro.2018.09.188>. Disponível em:

<<https://www.sciencedirect.com/science/article/pii/S0959652618329214>>.

Acesso em: 10 mai. 2022.

Apêndice A – Termo de consentimento livre e esclarecido (TCLE)

TERMO DE CONSENTIMENTO LIVRE E ESCLARECIDO

Prezado(a) Senhor(a),

Sou Jomara Gonçalves Nogueira, acadêmica de Mestrado no Programa de Pós-Graduação em Meio Ambiente, Saneamento e Recursos Hídricos da Universidade Federal de Minas Gerais - UFMG. No momento, estou realizando a minha pesquisa de dissertação intitulada “Análise do fluxo reverso de veículos em fim de vida no Estado de Minas Gerais”.

Esta pesquisa possui como uma das etapas de sua metodologia a realização de entrevistas semiestruturada com profissionais de organizações empresariais e instituições governamentais de atuação reconhecida na gestão de veículos em fim de vida no Estado de Minas Gerais e no Brasil.

Nesse sentido, convido-te a participar como entrevistado(a), a participação é voluntária e confere elevada importância para a obtenção de informações desejadas visando o alcance dos objetivos delineados.

A pesquisa pretende identificar os fatores que conduzem aos diferentes desafios na recuperação de veículos em fim de vida no Estado de Minas Gerais, compreender os avanços necessários de serem alcançados sob a perspectiva ambiental e mapear oportunidades para os próximos anos.

Para participar da entrevista, solicito sua colaboração em responder um roteiro com perguntas abertas em formato semiestruturado. A entrevista será gravada em áudio com duração aproximada de 60 minutos, posteriormente a gravação será transcrita pela pesquisadora e analisada qualitativamente, de maneira imparcial.

O risco da entrevista é mínimo, devido a possibilidade de ocorrer algum incômodo caso sejam feitas perguntas que você não esteja autorizado ou que não se sinta confortável para responder. Esse risco é minimizado pela

possibilidade de se recusar a responder perguntas que julgue fora de sua competência ou que não se sinta preparado(a).

O material de gravação será armazenado pela pesquisadora em segurança por um período de cinco anos, depois será inutilizado. Ressalta-se que a entrevista não envolve nenhum tipo de ônus pela participação, sendo esta voluntária, não haverá prejuízo a pesquisadora e a instituição na qual está desenvolvendo a pesquisa caso opte por não mais participar.

Na eventualidade de algum dano material ou moral que seja decorrente da sua participação nesta pesquisa, a possibilidade de ressarcimento conforme os termos da Resolução CNS nº 466/12 será considerada.

A sua identidade será mantida em sigilo, os dados obtidos durante a pesquisa são confidenciais e não serão utilizados para outros fins. Em caso de ocorrer realização de nova pesquisa que utilize o material desta entrevista, será elaborado um novo projeto de pesquisa e solicitado um novo Termo de Consentimento Livre e Esclarecido – TCLE.

A entrevista é planejada seguindo o rigor e critérios exigidos pelo Comitê de Ética em Pesquisa – COEP da UFMG, colegiado interdisciplinar e independente, de relevância pública, com caráter consultivo, deliberativo e educativo, criado para defender os interesses dos participantes da pesquisa em sua integridade e dignidade e para contribuir no seu desenvolvimento dentro de padrões éticos.

Todos os procedimentos sanitários serão atendidos conforme normas estabelecidas do local de realização da entrevista, observando os critérios de segurança necessários, especialmente enquanto durar as recomendações de proteção da pandemia da Covid-19.

No momento de realização da entrevista uma cópia deste TCLE será entregue para o participante e lida em voz alta. O COEP poderá ser comunicado para esclarecimentos de natureza ética por meio do contato telefônico +55 (31) 3409-4592 ou por meio do e-mail: coep@prpq.ufmg.br. Qualquer comunicação

para esclarecimento necessário sobre essa pesquisa e entrevista poderá ser formalizada nos endereços e contatos abaixo:

Pesquisadora: Jomara Gonçalves Nogueira

Endereço eletrônico: jomaragn@gmail.com

Telefone: +55 31 993994601

Endereço: Avenida Antônio Carlos, nº 6627 – Escola de Engenharia, bloco 2, sala 4402B

Orientadora: Lisete Celina Lange

Endereço eletrônico: lisete@desa.ufmg.br

Telefone: +55 31 34091039

Endereço: Avenida Antônio Carlos, nº 6627 – Escola de Engenharia, bloco 2, sala 4402B

CONSENTIMENTO

Declaro que a pesquisadora Jomara Gonçalves Nogueira leu para mim em voz alta todas as informações contidas neste documento, que a linguagem utilizada na apresentação da pesquisa foi explicada de maneira satisfatória e que eu recebi respostas para todas as minhas dúvidas.

Estou ciente que minha participação é voluntária e que posso desistir de participar da entrevista mesmo depois que esta tenha sido iniciada ou não responder perguntas sem que isso me traga qualquer prejuízo pessoal ou de qualquer ordem.

Confirmo que recebi uma via deste documento e autorizo a realização da entrevista e a divulgação dos dados disponibilizados observando as condições aqui informadas. Tendo em vista o TCLE apresentado, eu, de forma livre e esclarecida, manifesto meu consentimento em participar desta entrevista e contribuir com a pesquisa.

Espaço para assinaturas.

Apêndice B – Roteiro global de entrevista semiestruturada

Nome do entrevistado(a):

Data da entrevista: / / Local da entrevista:

Procedimentos iniciais:

- ✓ Preparar o gravador.
- ✓ Iniciar a gravação.

Categoria temática 1 - Políticas Públicas

1. O que justifica o atraso brasileiro com relação a reciclagem automotiva?
2. A reciclagem automotiva pode ser viável ou não de ser implementada a nível nacional?
3. Se você tivesse a oportunidade de propor uma alternativa para se tornar política pública no país nesse tema, qual seria a ideia que você defenderia?
4. Você acredita que a reciclagem automotiva é viável no estado de Minas Gerais?
5. Você acha que a renovação da frota seria benéfica?
6. O que poderia ser priorizado, a continuidade de peça usada ou a fabricação de novas peças a partir da reciclagem do veículo para a obtenção da matéria prima?
7. O que é necessário para atrair empresas com tecnologia de reciclagem de materiais veiculares para o Estado de Minas Gerais? O que poderia ser melhorado em vista do cenário ambiental atual?

Categoria temática 2 - Perfil de empresas, regiões de atuação e segmentos industriais

8. Qual é o perfil das indústrias de fundição no Estado de Minas Gerais?
9. Qual é o perfil das indústrias de ferro no Estado de Minas Gerais?
10. Qual é o perfil das indústrias de plástico no Estado de Minas Gerais?
11. Quais os principais desafios na refundição das sucatas veiculares em Minas Gerais?
12. A reciclagem veicular em Minas Gerais é interesse do atual parque industrial instalado?
13. Como você avalia o processo de remanufatura, recondicionamento e reciclagem, como percebe cada uma dessas etapas no mercado reverso de veículos em fim de vida?
14. Qual o grau de colaboração atual de seu segmento de atuação com as indústrias que reprocessam os materiais?
15. Qual o perfil de colaboradores da sua empresa?
16. A empresa atua em todo o estado de Minas Gerais?
17. Qual é o perfil das empresas de recuperação, de desmonte, de comércio e de reciclagem?
18. Existem empresas com tecnologia de reciclagem suficientes para atender a demanda? Se não, o que falta para atraí-las?

Categoria temática 3 - Cadeia reversa: poder público, poder privado e sociedade

19. Quais são as regiões do Estado de Minas Gerais que possuem negócios?
20. Quem são os fornecedores de sucata veicular no Estado? Em que regiões operam?
21. Qual a variação média de custo desses veículos sucateados, o mais barato que você já encontrou e o mais caro, poderia dizer uma ordem de grandeza?
22. As sucatas aproveitáveis em processo de leilão podem ser vendidas para o comércio de peças usadas?
23. O que as empresas de recuperação de partes e peças recebem?
24. Qual é o limite de apreensão dos pátios? Você tem condições de me informar?
25. Os veículos removidos estão no pátio há quanto tempo? Existe previsão de expansão de novas áreas de armazenamento em vista do potencial de lotação do espaço atual?

26. Quais são os materiais de maior valor no veículo?
27. Quais são as principais dificuldades encontradas pelas empresas de desmonte depois da publicação da Lei 12.977/2014?
28. O que é mais comum de aparecer nos desmontes, são veículos oriundos de leilão, público ou privado, ou através de pessoas que entregam o próprio veículo depois de baixado?
29. Dos custos inerentes ao funcionamento das empresas, qual deles apresenta maior impacto na manutenção destas?
30. Como é a relação das empresas de guincho e de transporte com os desmontes?
31. Como as empresas pequenas no interior que não estão próximas de locais de leilão tem sido vistas nesse processo? Elas têm sobrevivido?
32. O profissional exigido na legislação do desmonte é uma realidade factível no setor?
33. Quais são os materiais que o setor não tem conseguido encontrar solução para a recuperação?
34. Como é a relação entre recuperadores, recicladores e desmontes?
35. Qual é o perfil das empresas de desmonte, recuperação, reciclagem e comercialização de partes e peças veiculares atendidas pela sua empresa?
36. O que sua empresa faz e de que forma foi constituída? Quais são os serviços oferecidos pelas empresas de desmonte, recuperação, reciclagem e comercialização de partes e peças veiculares?
37. Qual o retorno financeiro que você obtém com o veículo?

Categoria 4: Abandono e desfazimento de propriedade

38. Você considera o veículo um bem de consumo ou um produto de consumo? Por quê?
39. Leilões em outros estados também estão no radar da empresa?
40. Após a aprovação da Lei Municipal que inclui carcaças e veículos abandonados em vias públicas, qual a sua leitura dessa normativa e o que isso tem gerado de impacto no ambiente operacional das equipes que ficam responsáveis por esse recolhimento?
41. Existe outra normativa no âmbito municipal que se refere a questão dos veículos abandonados em vias públicas?
42. As notificações de veículos que são abandonados e identificados através de denúncias têm aumentado ao longo do tempo, tem estagnado, oscila bastante, como tem sido esse cenário? As estatísticas iniciaram a partir de que ano?
43. Como é caracterizada a situação de abandono? Vocês atuam através de denúncias ou existe outro mecanismo para identificar em qual local ir, em que dia ir, qual a quantidade de veículos a recolher?
44. Além do cidadão participar do processo de denúncia e de reclamação, ter uma equipe da prefeitura disponível para percorrer a cidade tem funcionado na prática?
45. Qual o papel fundamental do órgão municipal de trânsito e do DETRAN-MG junto a sua instituição?
46. Quando encontram um veículo em fim de vida que além da carcaça metálica possui outros materiais como materiais de revestimento, espuma e outros, como ele é destinado?
47. A instituição que você representa realiza leilão para desfazimento?
48. A alienação de sucatas aproveitáveis e sucatas aproveitáveis com motor inservível visa a destinação para o comércio de peças e componentes?
49. Com relação aos veículos abandonados, o que tem sido predominante no cenário municipal, são veículos conservados, veículos sucatas, veículos com estado de depreciação total, qual é a realidade encontrada nas vias do município?
50. Existe algum índice significativo de veículos provenientes de furto e roubo ou são mais veículos com pendências administrativas e judiciais?
51. Quais são os leilões de veículos sob responsabilidade atual da Prefeitura, são somente dos veículos abandonados em vias públicas?

52. O armazenamento em áreas da Prefeitura refere-se somente aos veículos apreendidos em vias públicas por motivos de abandono?
53. Quantos leilões já ocorreram desde que você tem atuado neste tema? Existe alguma periodicidade definida?
54. Como é feita a classificação do lote no caso do leilão? Como isso é avaliado tecnicamente?
55. A prefeitura possui uma metodologia específica para determinar os valores de precificação no leilão? Existe um preço público ou um estudo de mercado para precificar sucata?
56. O remanescente negativo após o arremate do veículo sucata é responsabilidade de quem? Se for um veículo sem identificação que é sucata, como fica isso?
57. A pendência judicial é um dificultador para desembaraçar os veículos para leilão?
58. O veículo abandonado em via pública é um resíduo sólido urbano e seria competência da sua instituição?
59. Como você avalia o cenário pós primeiro leilão? Você acha que existe a possibilidade de fazer uma limpeza de pátio em um único processo ou esse processo vai ser gradativo?
60. Considerando o início dos leilões, haverá a possibilidade de credenciamento, de participação de empresas de outros estados para compra desses materiais?
61. As seguradoras leiloam os veículos de grande monta direto para as empresas de reciclagem ou existem outras empresas que geralmente participam desses leilões?
62. Você é a favor do leilão? Por quê?
63. Como você avalia a precificação praticada nos leilões?
64. Qual é o perfil das empresas e dos arrematantes?

Categoria 5: Resíduos Sólidos

65. Qual a classificação oficial das sucatas utilizadas pelo segmento industrial?
66. Como a sucata veicular é avaliada pelo segmento? De que forma é demandada?
67. Quais as sucatas veiculares de maior e menor valor? Poderia citar valores negociados?
68. Como funciona o processo industrial de processamento da sucata veicular?
69. Qual a avaliação quando se compara a sucata veicular com a matéria-prima primária?
70. Qual a diferença do emprego de sucata industrial e sucata pós-consumo em um processo de fundição?
71. Como você define sucata?
72. Quais são os materiais que vocês têm trabalhado com todo o fluxo dentro da empresa?
73. Existem outros mecanismos, parcerias, associações que poderiam contribuir com a gestão desses materiais?
74. Quais são os indicadores obtidos com o tempo de atuação de mercado com relação ao percentual seja da frota adquirida, do material reutilizado, do material destinado à reciclagem e da geração de rejeito? Você teria condições de me dizer ou poderia me enviar por e-mail?
75. Qual é a categoria de materiais com mais facilidade no retorno reverso? Qual delas encontra maior fluxo de mercado e qual apresenta mais dificuldade? Por quê?
76. Como funciona o fluxo dos veículos em fim de vida no Estado de Minas Gerais? De onde que vem, para quem vai e onde termina?
77. Qual é a classificação atual utilizada para veículos considerados sucata?
78. Atualmente, para fins de armazenamento de sucata, qual é a área utilizada?
79. Como você define sucata? E resíduo? São sinônimos?
80. Quais são os tipos de resíduos sólidos gerados e as destinações finais utilizadas?
81. Como as sucatas são gerenciadas nestas empresas?
82. Existe dificuldade na destinação final dos resíduos gerados? Qual é a dificuldade?
83. Quais são as formas de coleta e transporte utilizadas para os resíduos gerados?
84. Qual o perfil dos coletores e receptores de resíduos nas diferentes regiões do Estado?

Categoria 6: Desafios e oportunidades de negócios

85. Quais são os maiores motivadores para ganhar escala no processo reverso e quais são as oportunidades que esse tipo de mercado pode gerar?
86. A empresa possui algum projeto para os próximos anos? Qual a meta que você possui dentro de um horizonte de 5 a 10 anos para a reciclagem de automóveis?
87. Este mercado é promissor? Dá para sobreviver na sua área de atuação?
88. A empresa possui ambição de expandir o mercado para motocicletas e veículos pesados de diferentes categorias ou por enquanto vocês vão trabalhar com modalidade veículos leves, de passageiros?
89. Sua empresa possui previsão de expansão a nível nacional ou existe um mercado mais priorizado a nível local?
90. Quais são as diferenças observadas na prestação regionalizada?

Categoria 7: aspectos legais e econômicos

91. Quando um desmonte possui um estoque em um município e funciona em outro, essa situação é considerada no credenciamento para fins de regularização ambiental?
92. Durante o funcionamento da empresa como funciona a fiscalização?
93. Como é feita a vistoria no credenciamento de uma empresa de outro Estado?
94. O que acontece com o veículo que não tem seguro e sofre sinistro de grande monta? Como é recolhido e para onde vai?
95. Você poderia me informar sobre o índice de furto e roubo?
96. Você é a favor de desvincular o débito do registro do veículo?
97. Na sua perspectiva, o veículo é um bem de consumo ou um produto de consumo?
98. A partir das melhoras práticas em países mais avançados com o tema, você acha que seria possível uma transição da ideia de bem de consumo para produto de consumo?
99. As empresas têm apresentado dificuldade de obter a licença ambiental antes do credenciamento? O que tem sido cobrado das empresas nesse sentido?
100. As empresas possuem clareza sobre suas responsabilidades ambientais?
101. Quais são as demandas para a regularização das atividades? No aspecto ambiental, quais são as mais frequentes?
102. A regularização ambiental é um dos custos mais expressivos da empresa?
103. Qual é a experiência obtida no credenciamento junto ao DETRAN-MG?
104. Qual é a experiência obtida na regularização junto ao órgão ambiental?
105. A renovação de frota deveria ser ajustada com a legislação do DETRAN-MG? Já existe um posicionamento do governo sobre isso?

Finalização e agradecimento:

- ✓ Agradecer a disponibilidade do entrevistado em fornecer as informações. Salientar que os resultados da pesquisa estarão à disposição dele e, se tiver interesse, deverá entrar em contato com o pesquisador.
- ✓ Perguntar ao entrevistado se há alguma informação adicional que gostaria de acrescentar ou dúvidas em relação aos assuntos abordados durante a entrevista.

Apêndice C – Relação dos participantes das entrevistas semiestruturadas

Participante da Entrevista (ENT)	Atuação	Entrevista
ENT 1	Segurança pública, órgão de trânsito federal em Minas Gerais	Virtual com duração de 1h23'31"
ENT 2	Segurança pública, órgão de trânsito estadual em Minas Gerais	Presencial com duração de 1h30' com visita técnica
ENT 3	Órgão da Secretaria de Fazenda Municipal de Belo Horizonte	Presencial com duração de 1h
ENT 4	Entidade de classe da indústria de fundição do Estado de Minas Gerais	Presencial com duração de 1h
ENT 5	Empresa de atuação no setor siderúrgico a nível nacional, com unidades em Minas Gerais	Virtual com duração de 58'27"
ENT 6	Associação representante dos desmontes em funcionamento no Estado de Minas Gerais	Presencial com duração de 1h22'
ENT 7	Entidade de classe representante das empresas de reciclagem de plástico no Estado de Minas Gerais	Virtual com duração de 1h03'
ENT 8	Produtora de Resinas Termoplásticas	Virtual com duração de 54'47"
ENT 9	Empresa da indústria de transformação do alumínio no Estado de São Paulo, associada ABAL	Presencial com duração de 1h50'26"
ENT 10	Empresa da indústria de transformação do alumínio no Estado de São Paulo, associada ABAL	Presencial com duração de 56'48"
ENT 11	Entidade de classe representante da indústria do ferro no Estado de Minas Gerais	Presencial com duração de 1h36'52"
ENT 12	Órgão de trânsito estadual de Minas Gerais, setor de comissão de leilão	Presencial com duração de 1h
ENT 13	Secretaria de Estado de Justiça e de Segurança Pública do Estado de Minas Gerais	Virtual com duração de 54'47"
ENT 14	Desmante credenciado no DETRAN e no programa RENOVAR	Presencial 39'40" com visita técnica
ENT 15	Órgão municipal de limpeza urbana de Belo Horizonte	Presencial com visita técnica (1h)

Fonte: elaboração própria.

Apêndice D – Relação de municípios com legislação que aborda veículos abandonados em vias públicas e que são integrados no SNT

Município	Legislação	Ano de vigência da legislação	Ano de integração SNT
Belo Horizonte	Lei Ordinária nº 10.885	2015	1998
Santa Luzia	Lei Ordinária nº 3.980	2018	1998
Contagem	Decreto nº 640	2016	1999
Uberaba	Lei Ordinária nº 11.094 e Decreto nº 2.442	2010 e 2011	1999
Viçosa	Lei Ordinária nº 2.395	2014	1999
Uberlândia	Lei Ordinárias nº 12.097	2015	2000
Juiz de Fora	Lei Ordinária nº 12.294	2011	2000
Betim	Leis Ordinárias nº 6.076 e nº 6.171	2016 e 2017	2001
Ipatinga	Leis Ordinárias nº 2.796 e nº 3.721	2010 e 2019	2001
Ribeirão das Neves	Lei Ordinária nº 3.815	2017	2002
Sete Lagoas	Lei Ordinária nº 8.476 e Decreto nº 6.369	2015 e 2020	2003
Pouso Alegre	Lei Ordinária nº 6.543	2021	2006
Nova Lima	Leis Ordinárias nº 2.476 e nº 8.236	2018	2007
Divinópolis	Lei Ordinária nº 7.554	2012	2008
Lagoa Santa	Leis Ordinárias nº 2.898, nº 3.993 e Decreto nº 3.540	2010, 2017 e 2018	2009
Araguari	Leis Ordinárias nº 5.976 e nº 6.302	2017 e 2020	2012
Congonhas	Lei Ordinária nº 3.555	2015	2012
Diamantina	Lei Ordinária nº 3.927	2016	2012
São José da Lapa	Lei Ordinária nº 1.056	2019	2012
Caratinga	Lei Ordinária nº 2.426	1997	2015
Barbacena	Lei Ordinária nº 4.751	2016	2016
Ubá	Lei Ordinária nº 4.478	2017	2016
Ibirité	Lei Ordinária nº 2.195	2018	2017
Muriaé	Lei Ordinária nº 4.496	2013	2017
Mateus Leme	Lei Ordinária nº 2.775	2017	2017
Pará de Minas	Lei Ordinária nº 6.739	2022	2018
Guaxupé	Lei Ordinária nº 2.501	2017	2018
Sarzedo	Lei Ordinária nº 691	2016	2019
Cláudio	Lei Ordinária nº 1.538	2018	2019
Nova Serrana	Leis Ordinárias nº 2.262 e nº 2.794	2014 e 2020	2020
Campo Belo	Lei Ordinária nº 3.693	2017	2021
Nepomuceno	Lei Complementar nº 133	2015	2022
Além Paraíba	Lei Ordinária nº 3.434	2016	-
Boa Esperança	Lei Ordinária nº 5.092	2020	-
Sacramento	Lei Ordinária nº 1.583	2018	-
Santa Bárbara	Lei Ordinária nº 1.957	2020	-
Prata	Lei Ordinária nº 2.875	2014	-
São João Nepomuceno	Lei Ordinária nº 2.885	2013	-
Guaranésia	Lei Ordinária nº 2.511	2021	-
Carmópolis de Minas	Lei Ordinária nº 2.050	2014	-

Fonte: elaboração própria.

APÊNDICE E – Respostas obtidas dos municípios que retornaram à consulta de dados sobre veículos abandonados em vias públicas e listados no Apêndice D

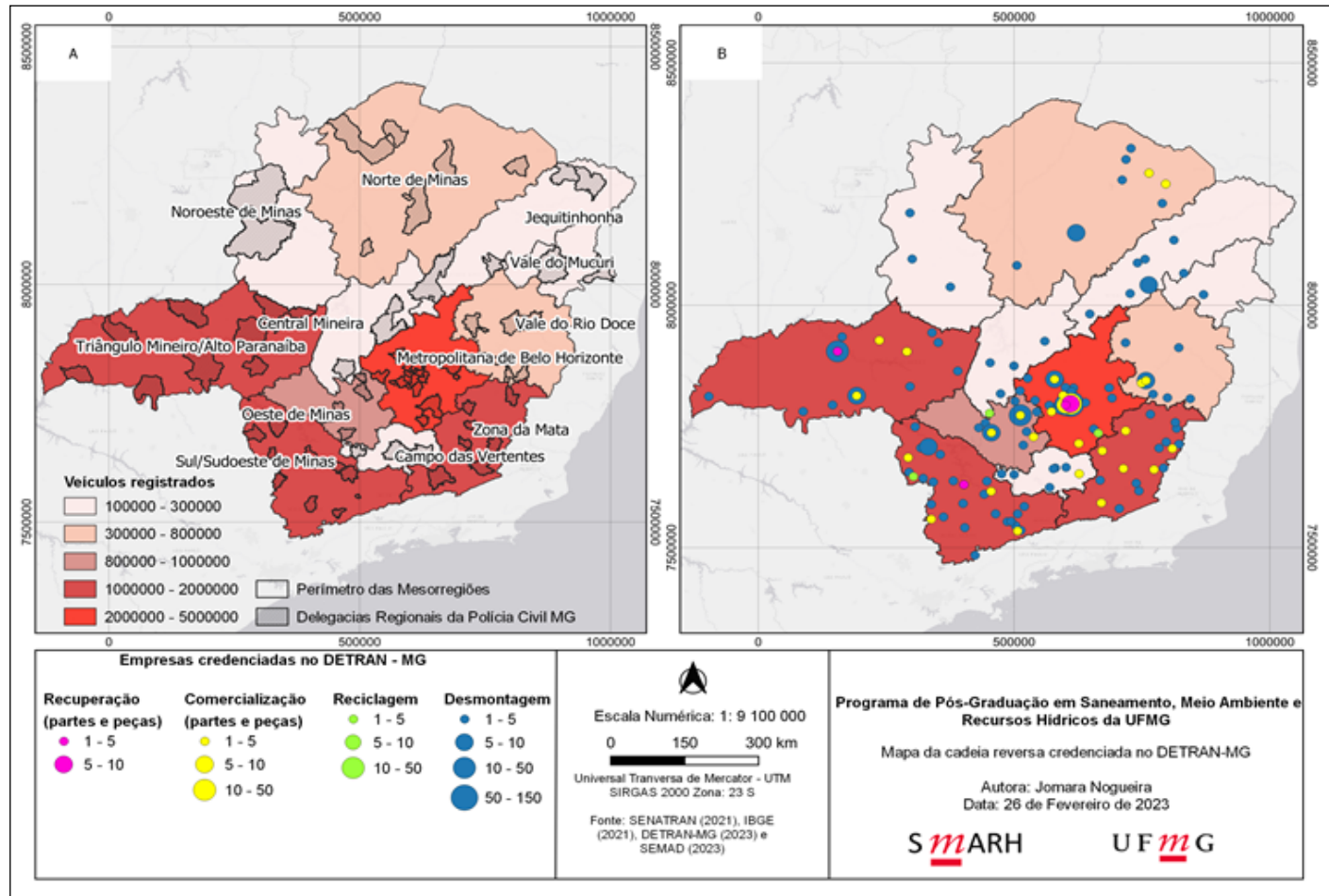
Município	Manifestações recebidas	Data
Santa Luzia	Ausência de prestador de serviço de reboque conveniado com a Prefeitura. Pátio municipal não se responsabiliza pelos veículos abandonados. Desde 2020, é destinado aos pátios do DETRAN-MG somente veículos abandonados que estejam infringindo o CTB. (Órgão responsável: Secretaria Municipal de Segurança Pública, Trânsito e Transporte)	27/07/2022
Contagem	O último leilão realizado foi em 2019 e englobou todos os veículos não reclamados dentro do prazo legal, independentemente do motivo de sua remoção ao pátio. No momento, os pátios no município não recebem novos veículos e são utilizados apenas para armazenamento dos veículos já presentes no local. A Transcon possui convênio com o DETRAN para armazenagem e remoção de veículos quando necessário. No entanto, o convenio não contempla a remoção dos veículos com características de abandonados. (Órgão responsável: Autarquia Municipal de Trânsito e Transportes)	10/02/2023
Uberaba	Em 2022 foram removidos 03 veículos, 03 autuações lavradas e 09 notificações para retirada imediata que foram atendidas. Não houve leilão das apreensões feitas. A remoção é feita por pátio conveniado com o DETRAN-MG. (Órgão responsável: Departamento de Posturas)	20/12/2022
Uberlândia	Em 2022 foram realizadas 329 remoções de veículos abandonados, 70 carcaças notificadas e removidas, até novembro deste ano foram 12.776 atendimentos. Existe convênio com a Polícia Civil para a guarda de veículos removidos. (Órgão responsável: Secretaria de Trânsito e Transportes)	14/12/2022
Juiz de Fora	Não existe contrato entre a Prefeitura e a empresa de guincho. Atualmente não há veículos recolhidos, o último recolhimento foi realizado em 2019, ano em que ainda se tinha convênio com pátio do DETRAN. (Órgão responsável: Departamento de Fiscalização Ambiental e Urbana).	18/08/2022
Ipatinga	Em 2022, foram removidas 24 carcaças em convênio firmado com a Polícia Civil e em 2021 16 carcaças. (Órgão responsável: Seção de fiscalização de obras e posturas).	09/01/2023
Ribeirão das Neves	Ainda não temos monitoramento desse tipo de veículo, atuamos mediante denúncia dos munícipes, e não foi realizado nenhum leilão de veículos removidos. O pátio de armazenamento desses veículos é terceirizado através de credenciamento municipal e o monitoramento desses espaços no tocante às arboviroses fica a cargo do setor de zoonoses da Secretaria Municipal de Saúde. (órgão responsável: Secretaria Municipal de Segurança, Trânsito e Transportes).	21/12/2022

Continua na próxima página.

Município	Manifestações recebidas	Data
Sete Lagoas	A Prefeitura possui 2 pátios municipais conveniados. Em 2020 foram notificados 5 veículos e recolhido 1, em 2021 foram notificados 30 veículos e removidos 3 e em 2022 foram notificados 18 veículos e removidos 7. Até a data de resposta nenhum proprietário sanou as irregularidades. O Centro de Arboviroses realiza de 15 em 15 dias vistorias nos pátios, sendo 24 visitas por ano. No caso de acúmulo de água, os proprietários são notificados a tomar providências e são realizados furos nos fundos dos veículos. (Órgão responsável: Guarda civil municipal).	12/01/2023
Lagoa Santa	Os agentes Municipais de Trânsito realizam fiscalizações rotineiramente. Periodicamente são realizadas operações específicas para inibir tal prática, contando com apoio da Diretoria Municipal de Meio Ambiente e do Setor de Zoonoses e em casos de veículos abandonados com suspeita de criadouro do mosquito <i>Aedes aegypti</i> ou outros vetores, além de um fiscal, um agente da Vigilância Sanitária providencia o tratamento com larvicida. Os veículos apreendidos são removidos ao pátio credenciado pelo DETRAN/MG no Município. Foram removidos 2 veículos dos 90 notificados, onde os proprietários retiraram os seus veículos dentro do prazo estabelecido. Os pátios credenciados passam por fiscalização periódica da Vigilância Sanitária e somente tem seu alvará sanitário renovado caso não haja nenhum indício de foco do mosquito <i>Aedes aegypti</i> ou outros vetores. “No caso de detecção de alguma infestação, o estabelecimento é autuado e notificado a sanar as irregularidades encontradas”. (Órgão responsável: Diretoria de Transporte e Trânsito)	28/06/2022
Araguari	Foram 3 carcaças recolhidas em 2021, os pátios de armazenamento utilizados pertencem a Polícia Civil. (Órgão responsável: Secretaria de Trânsito, Transportes e Mobilidade Urbana)	18/01/2023
São João Nepomuceno	Por ano são removidos em média 10 veículos por das vias públicas. Em relação a última operação de remoção de veículos, realizada no segundo semestre de 2022, até o momento não houve leilões das sucatas removidas, e nem reclamações por parte dos proprietários. Os pátios usados para armazenamentos desses veículos são de convênio com estado. Quanto à arboviroses, é feito o monitoramento constante nos pátios, normalmente de 15 em 15 dias, por serem considerados locais de alto risco para proliferação de insetos transmissores de vírus, como exemplo o <i>Aedes aegypti</i> . (Órgão responsável: Segurança Pública e Posturas Municipais)	04/01/2023

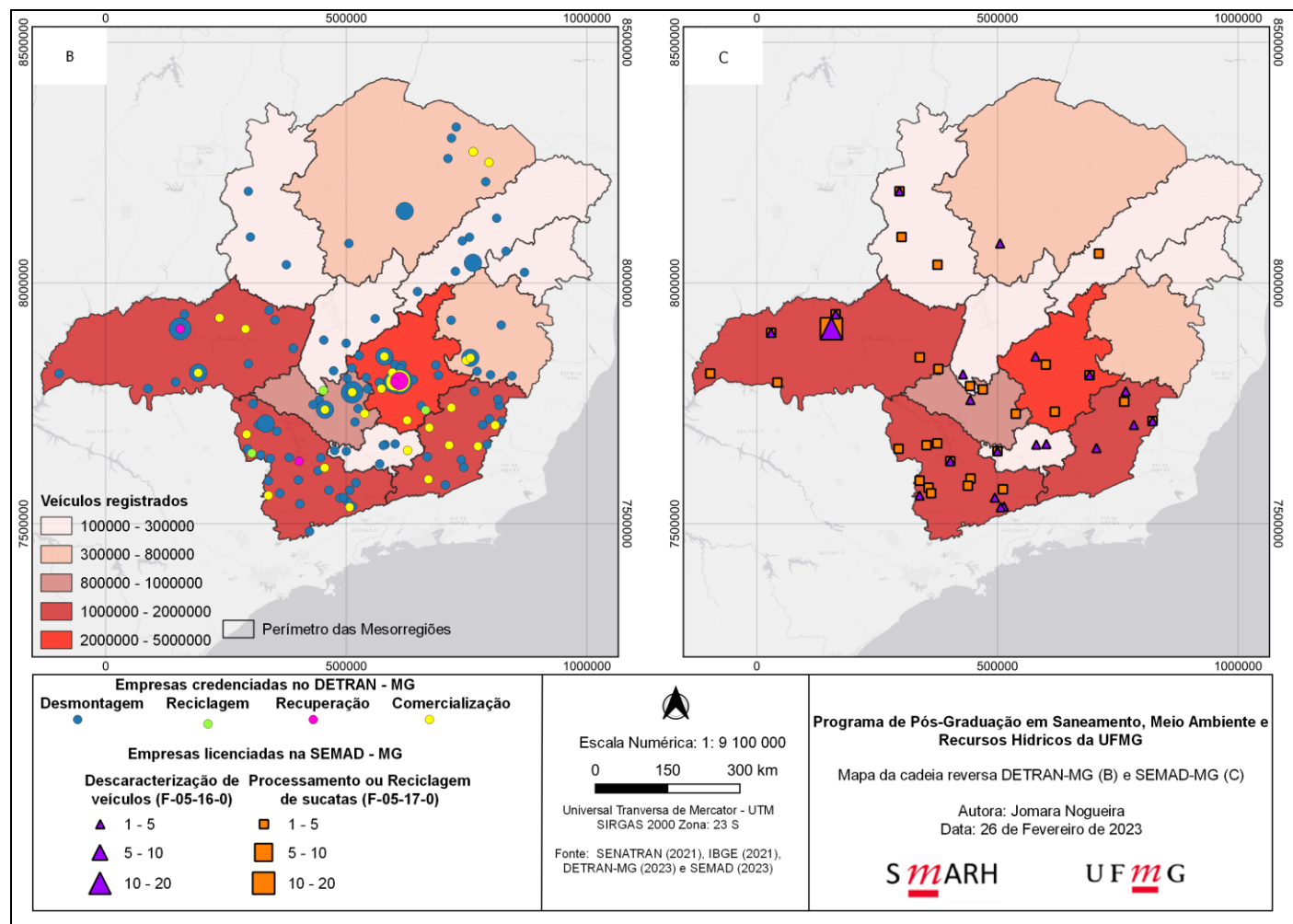
Fonte: elaboração própria.

Apêndice F – Empresas credenciadas no DETRAN-MG



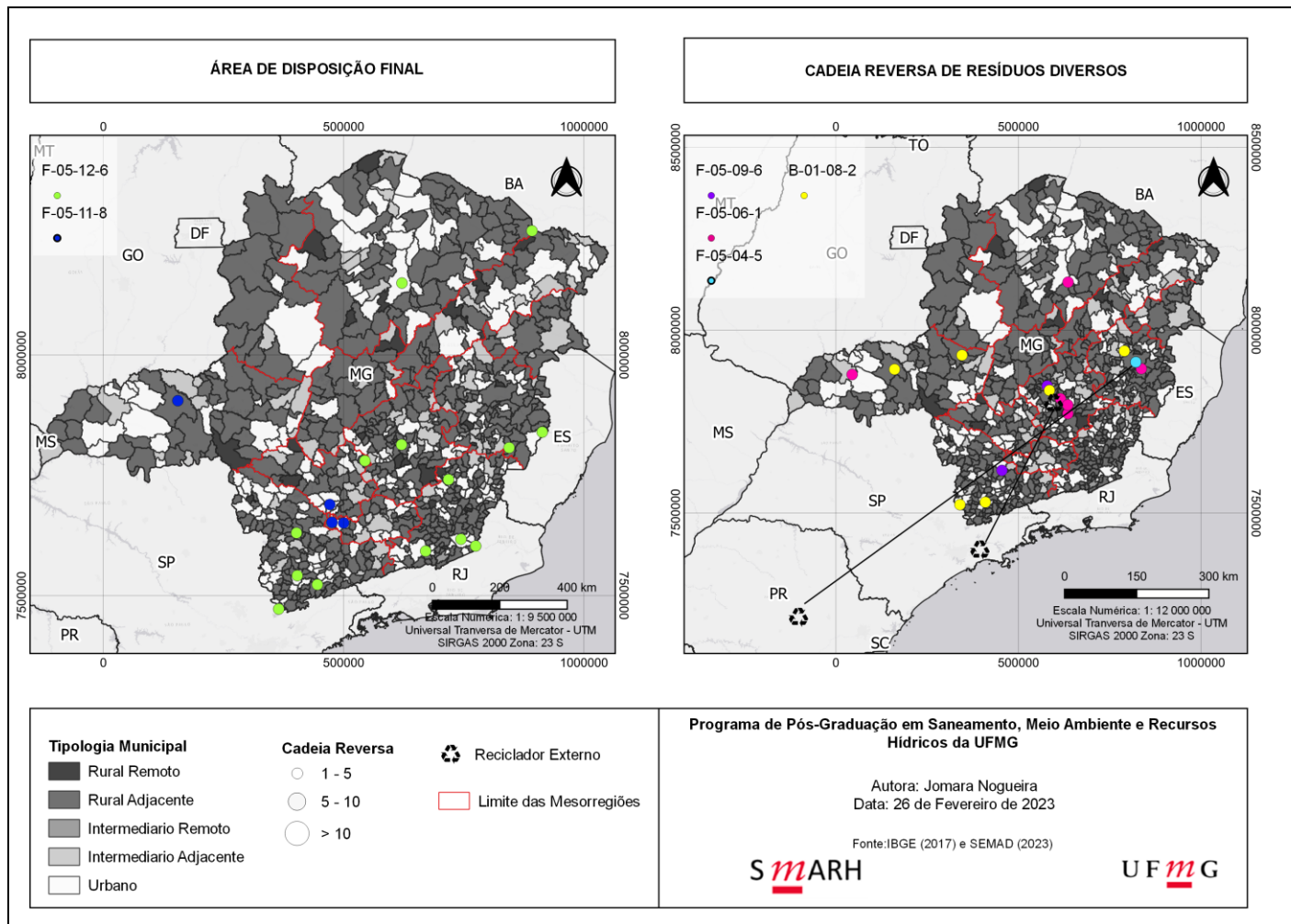
Fonte: elaboração própria.

APÊNDICE G – Comparativo das empresas credenciadas e licenciadas no Estado de Minas Gerais



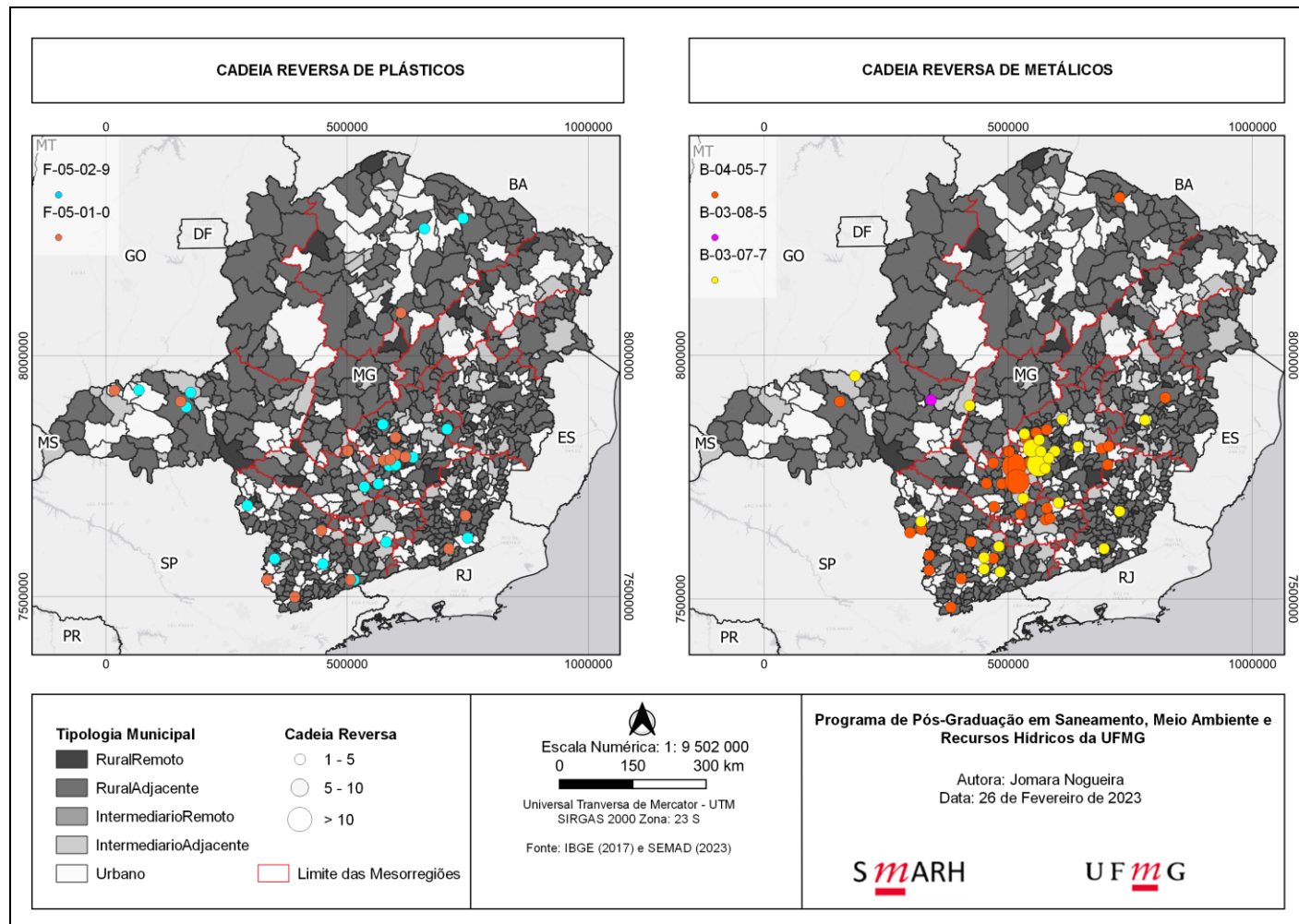
Fonte: elaboração própria.

APÊNDICE H – Cadeia reversa: disposição final e resíduos diversos em Minas Gerais



Fonte: elaboração própria.

APÊNDICE I – Cadeia reversa do setor plástico e do setor metálico em Minas Gerais



Fonte: elaboração própria.