

**UNIVERSIDADE SANTO AMARO
CURSO ENGENHARIA AMBIENTAL**

ALEXANDRE RODIZIO BENTO

**AVALIAÇÃO DOS GANHOS AMBIENTAIS E ECONÔMICOS NA
RECICLAGEM DE RESÍDUOS SÓLIDOS EM UMA
INDÚSTRIA AUTOMOTIVA**

SÃO JOSÉ DOS PINHAIS

2024

ALEXANDRE RODIZIO BENTO

**AVALIAÇÃO DOS GANHOS AMBIENTAIS E ECONÔMICOS NA
RECICLAGEM DE RESÍDUOS SÓLIDOS NO
SETOR AUTOMOTIVO**

Trabalho de Conclusão de Curso apresentado ao Curso de Engenharia Ambiental da Universidade Santo Amaro – UNISA, como requisito parcial para obtenção do título Bacharel em Engenharia Ambiental.

Orientador: Prof. Msc. Marcos Henrique de Araujo.

SÃO JOSÉ DOS PINHAIS

2024

B42a

Bento, Alexandre Rodizio.

Avaliação dos ganhos ambientais e econômicos na reciclagem de resíduos sólidos em uma indústria automotiva / Alexandre Rodizio Bento. – São Paulo, 2024.

54 p. : il., color.

Orientador: Marcos Henrique de Araujo.

TCC Graduação. (Curso Superior em Engenharia Ambiental) – Universidade Santo Amaro, 2024.

Bibliografia incluída.

1. Reciclagem. 2. Resíduo Sólido. 3. Indústria automotiva. I. Araujo, Marcos Henrique de, orient. II. Universidade Santo Amaro. III. Título.

CDD 628.4

Elaboradora pela Bibliotecária: Milena Braz Martins CRB-8/9974

AGRADECIMENTOS

Agradeço a Deus primeiramente pela força, sabedoria e capacitação nos momentos difíceis.

Em especial a minha esposa Gilmara pelas contribuições ímpar e abnegação dos momentos juntos em prol da execução deste trabalho.

Agradeço ao professor Msc. Marcos Henrique de Araujo pela orientação, modelos apresentados e sugestões que me serviram para a vida profissional.

Aos professores da UNISA embora não nomeados que me proporcionaram conhecimentos fundamentais para a execução deste trabalho.

À minha família, que foi onde sempre encontrei abrigo, estímulo e conforto em todos os momentos.

A todos os lembrados aqui e aos esquecidos que cooperaram de alguma forma nessa jornada, o meu muito obrigado.

“Eu sou o que me cerca. Se eu não preservar o que me cerca, eu não me preservo”.

José Ortega y Gasset

RESUMO

Preservar o meio ambiente e proteger os recursos naturais é primordial para manter a sobrevivência dos seres humanos e garantir a qualidade de vida das futuras gerações. Neste contexto, preservar os recursos naturais vem se tornando uma preocupação mundial, devido ao desequilíbrio desenfreado na indústria com a fabricação de produtos. No setor automotivo a preocupação com a preservação ambiental apresenta alternativas viáveis para minimizar a extração de matéria prima da natureza, com adoção de prática sustentável através da reciclagem do resíduo sólido na indústria. A reciclagem dentro da indústria automotiva contribui para transformar os resíduos em outros produtos, e assim diminuir a extração de recursos naturais e preservar a natureza. Entre os resíduos separados na indústria com a reciclagem destaca-se o papel, plástico, madeira e PVC que permite reduzir através da fabricação de novos produtos outras extrações da natureza. Realizar a reciclagem de forma correta e encaminhar o resíduo até o destino final para transformar em outros produtos permite obter vantagens econômicas e ambientais para todos os envolvidos no processo. No cenário apresentado, todos os dados relatados neste trabalho tem como objetivo avaliar os ganhos ambientais e econômicos com o processo de reciclagem do resíduo sólido no setor automotivo. Para demonstrar esses ganhos utilizou-se o método de Wuppertal aos resíduos gerados pela indústria, analisando a viabilidade ambiental e econômica com aplicação da reciclagem como forma de sustentabilidade e preservação ambiental. Neste trabalho foi acompanhado o processo de descarte em quinze linhas de produção sem critérios de aproveitamento sustentável, para incentivar a reciclagem dos resíduos descartados. Os resultados alcançados através da reciclagem foram positivos e de forma sustentável ao meio ambiente e mostrou possibilidades para minimizar a retirada da extração dos recursos naturais. Além disso, demonstrou ganhos ambientais e econômicos, promovendo alternativas positivas e sustentáveis ao ecossistema para as futuras gerações.

Palavras-chave: Reciclagem, Resíduo sólido, Indústria automotiva.

ABSTRACT

Preserving the environment and protecting natural resources is essential to maintaining the survival of human beings and ensuring the quality of life of future generations. In this context, preserving natural resources has become a global concern, due to the rampant imbalance in the industry with the manufacturing of products. In the automotive sector, concern for environmental preservation presents viable alternatives to minimize the extraction of raw materials from nature, with the adoption of sustainable practices through the recycling of solid waste in the industry. Recycling within the automotive industry helps transform waste into other products, thus reducing the extraction of natural resources and preserving nature. Among the waste separated in the industry with recycling, paper, plastic, wood and PVC stand out, which makes it possible to reduce other extractions from nature through the manufacture of new products. Carrying out recycling correctly and sending the waste to its final destination to transform into other products allows economic and environmental advantages to be obtained for everyone involved in the process. In the scenario presented, all data reported in this work aims to evaluate the environmental and economic gains from the solid waste recycling process in the automotive sector. To demonstrate these gains, the Wuppertal method was used on waste generated by the industry, analyzing the environmental and economic viability of applying recycling as a form of sustainability and environmental preservation. In this work, the disposal process was monitored in fifteen production lines without sustainable use criteria, to encourage the recycling of discarded waste. The results achieved through recycling were positive and environmentally sustainable and showed possibilities to minimize the withdrawal of natural resource extraction. Furthermore, it demonstrated environmental and economic gains, promoting positive and sustainable alternatives to the ecosystem for future generations.

Keywords: Recycling, Solid waste, Automotive industry.

LISTA DE FIGURAS

Figura 1 - Impactos esperados do programa Rota 2030.....	17
Figura 2 - Plano de gerenciamento do RS.....	20
Figura 3 - Total resíduos reciclados em 2022.....	23
Figura 4 - Processo MIPS.	27
Figura 5 - Benefícios da EA.....	29
Figura 6 - Modelo do SGA aplicado a ISO 14001.....	31
Figura 7 - Procedimentos metodológicos.....	34
Figura 8 - Fluxo de geração de resíduo.....	36
Figura 9 - Processo de coleta do resíduo.	38

LISTA DE TABELAS

Tabela 1 - Dados de intensidade de material.....	25
Tabela 2 - Fórmulas de avaliação ambiental.....	26
Tabela 3 - Custos de destinação e reciclagem de resíduos em 2023.....	39
Tabela 4 - Ganhos ambientais MIF em 2023.....	40
Tabela 5 - Redução do impacto ambiental (kg).....	41
Tabela 6 - Resultado de GE e GA.....	42
Tabela 7 - Comparação do GE e GA.....	42

LISTA DE SIGLAS

ABNT	Associação Brasileira de Normas Técnicas
CONAMA	Conselho Nacional de Meio Ambiente
CSN	Companhia Siderúrgica Nacional
EA	Educação Ambiental
EPI	Equipamento de Proteção Individual
GA	Ganho Ambiental
GE	Ganho Econômico
GEIA	Grupo Executivo da Indústria Automobilística
IF	Fator de Intensidade
IGA	Índice de Ganho Ambiental
IGE	Índice de Ganho Econômico
ISO	<i>International Standards Organization</i>
JK	Jucelino Kubitscheck
KG	Quilograma
M	Massa
MET	Economia Total de Materiais
MIC	Intensidade de Material no Compartimento
MIF	Fator de Intensidade de Material
MIPS	Entrada de Material por Unidade de Serviço
MIT	Total de Intensidade de Material
NBR	Norma Brasileira
PGRS	Programa de Gerenciamento de Resíduos Sólidos
PNMA	Política Nacional de Meio Ambiente
PNRS	Política Nacional de Resíduos Sólidos
PVC	Policloreto de Vinila
RS	Resíduo Sólido
SGA	Sistema de Gestão Ambiental
T	Tonelada

SUMÁRIO

1 INTRODUÇÃO	10
1.2 OBJETIVOS	11
1.2.1 Objetivo geral	11
1.2.2 Objetivos específicos.....	11
1.3 JUSTIFICATIVA.....	11
2 REVISÃO DA LITERATURA.....	14
2.1 INDÚSTRIA AUTOMOTIVA HISTÓRICO	14
2.2 GESTÃO DE RESÍDUOS SÓLIDOS	18
2.3 RECICLAGEM DE RESÍDUOS SÓLIDOS	22
2.4 AVALIAÇÃO DO GANHO AMBIENTAL E ECONÔMICO.....	24
2.5 EDUCAÇÃO AMBIENTAL NA INDÚSTRIA AUTOMOTIVA.....	28
2.6 GESTÃO AMBIENTAL.....	29
3 METODOLOGIA	33
3.1 MÉTODO.....	34
3.2 COLETA DE DADOS.....	37
4 RESULTADOS E DISCUSSÕES	39
4.1 GANHOS ECONÔMICOS	39
4.2 GANHOS AMBIENTAIS.....	40
4.3 COMPARAÇÃO DOS GANHOS AMBIENTAIS E ECONÔMICOS	41
5 CONSIDERAÇÕES FINAIS	44
REFERÊNCIAS BIBLIOGRÁFICAS	45

1 INTRODUÇÃO

A preservação do meio ambiente é uma preocupação mundial, devido à utilização constante dos recursos naturais na fabricação de produtos pelos setores industriais. No setor automotivo a utilização de diversas matérias primas na fabricação de peças e componentes vem crescendo de forma gradativa, para atender esta necessidade cresce cada vez mais a extração de recursos naturais (MARTINS et al., 2023). Essa extração deve ser de forma equilibrada e sustentável, para não resultar em prejuízos aos ecossistemas do planeta.

Neste contexto, buscar práticas sustentáveis e transparentes para os Resíduos Sólidos (RSs) é primordial, conforme a Política Nacional de Resíduos Sólidos (PNRS), que destaca como prioridade a redução, reutilização, reciclagem, tratamento e disposição final de forma ambiental (BRASIL, 2010). Com isso, a indústria automotiva procura reduzir os RSs gerados nas linhas de produção e diminuir os impactos negativos ao meio ambiente. O crescimento do RS quando não administrado de forma correta, gera imagem negativa a todos os envolvidos, necessitando de recursos alternativos para minimizar o problema ambiental.

O crescimento na fabricação dos veículos elétricos favorece a reciclagem de RS como preocupação, trazendo a reutilização com 30% aproximadamente da matéria prima na fabricação de peças plásticas em um veículo, sugerindo alternativas sustentáveis para o planeta (RIDELENSKY, 2023). Além das matérias primas utilizadas outros componentes são agregados ao processo produtivo, produzindo grande volume de resíduos tais como: papel, plásticos, madeira, Policloreto de Vinila (PVC), entre outros.

Para Sarafin (et al., 2018) diminuir o volume dos resíduos no meio ambiente ainda é um desafio na busca para alcançar estratégias positivas na indústria automotiva para preservar a natureza com a reciclagem de RS. Estes podem gerar vantagens ambientais e econômicas ao meio ambiente, ou seja, contribui com a conservação dos recursos naturais, reduzindo a necessidade de extrações de matérias primas.

Observa-se que muitos RSs da indústria automotiva tais como: papel, plásticos, madeira, PVC, entre outros ainda não são reciclados na totalidade. Pois, ainda são descartados de forma misturada com outros materiais, trazendo custos elevados.

Desta forma, adotar estratégia com a reciclagem torna-se necessária para implementar o processo de separação e armazenamento dos resíduos, conforme o tipo do material.

1.2 OBJETIVOS

1.2.1 Objetivo geral

O objetivo do trabalho é avaliar as vantagens ambientais e econômicas no processo de reciclagem de RS na indústria automotiva, e obter ganhos ambientais com aplicação do método de Wuppertal, minimizando o impacto da extração de recursos naturais.

1.2.2 Objetivos específicos

Para atender o objetivo geral foram destacados os seguintes objetivos específicos:

- Identificar e classificar os RSs gerados no processo de fabricação na indústria automotiva;
- Analisar viabilidade ambiental e econômica com a reciclagem de RS;
- Demonstrar por meio da contabilização de custos, os Ganhos Econômicos (GEs) com a reciclagem dos RSs;
- Quantificar os Ganhos Ambientais (GAs) com a reciclagem de RS, aplicando o método de Wuppertal.

1.3 JUSTIFICATIVA

No mercado mundial o setor automotivo busca cada vez por tecnologias modernas para reduzir os custos de fabricação, e minimizar o impacto com o descarte de RS. Este descarte inconsciente traz preocupação ambiental ao mercado globalizado e pode dificultar na hora de fazer novos negócios (OLIVEIRA; SOUZA; LUNA, 2019).

Neste cenário, as indústrias do setor automotivo ainda trabalham com vários processos com interação humana na fabricação de peças e buscam alternativas viáveis com a reciclagem de RS provenientes das embalagens e materiais usados no processo produtivo, obtendo vantagens ambientais e econômicas ao planeta

(COIMBRA, 2017). Entre os principais RSs encontrados no processo de separação dentro da indústria, destaca o papel, plástico, madeira, PVC, entre outros, gerando assim soluções para reciclar o resíduo, obtendo vantagem ambiental ao ecossistema.

Para obter vantagens no processo de reciclagem é necessário fazer a separação e o armazenamento de cada tipo de RS, conforme a norma da Associação Brasileira de Normas Técnicas (ABNT) – Norma Brasileira (NBR) 10004 (2004). Esta ação, permite reduzir gastos desnecessários com descarte de RS misturado e investir na tecnologia de equipamentos contribui para o processo de reciclagem, trazendo vantagem ambiental associada à norma *International Standards Organization* (ISO) 14001.

Esta norma, aplicada no cenário automotivo, permite demonstrar credibilidade no mercado mundial para fazer novos negócios e assim contribuir com ações que envolvem a reciclagem de RS (ESTEVES; HENKES, 2016). Estas ações e controles de reciclagem minimizam a extração de recursos naturais, reciclando a embalagem descartada durante a fabricação da peça, a reutilização deste descarte de RS contribui com a sustentabilidade do planeta.

Além disso, estas ações estão ligadas a sustentabilidade e favorecem para cumprir as leis e normas ambientais no setor automotivo, assim o processo de reciclagem torna-se um diferencial competitivo, trazendo preocupação ambiental e sustentável. Ferreira, Poltronieri e Gerolamo (2019) descrevem que a sustentabilidade é quesito fundamental para manter e conquistar novos clientes no mercado globalizado, onde o respeito com o meio ambiente é compromisso e responsabilidade de todos os envolvidos.

Buscar a certificação na ISO 14001, com responsabilidade colabora com o equilíbrio ambiental, ou seja, reforça que os processos aplicados sejam padronizados por meio de auditoria. As ações de reciclagem dos RSs são de suma importância para contribuir com o equilíbrio ambiental e atender os quesitos da ISO 14001, demonstrando preocupação do setor automotivo com o meio ambiente (SILVEIRA, 2017).

Portanto, percebe-se a oportunidade de reciclar os principais RSs gerados no processo produtivo e assim obter vantagens ambientais e econômicas ao meio ambiente. Assim, a proposta de reciclagem dos resíduos diminui os impactos ambientais e torna o processo sustentável, proporcionando ganhos ambientais e

econômicos aos envolvidos. Neste contexto, é possível demonstrar o processo de reciclagem dos RSs gerados, atingindo o objetivo proposto neste trabalho.

Assim, descrevendo os materiais utilizados durante o processo produtivo de forma direta e indireta com transparência na aplicação do método de Wuppertal e demonstrar os ganhos ambientais e econômicos com a reciclagem dos RSs na indústria automotiva.

2 REVISÃO DA LITERATURA

As referências bibliográficas que foram consultadas neste tópico constituem a base deste estudo, entre as quais se destacam: histórico da indústria automotiva, gestão de resíduos sólidos, reciclagem de resíduos sólidos com avaliação dos ganhos ambientais e ganhos econômicos, educação ambiental e gestão ambiental na indústria automotiva.

2.1 INDÚSTRIA AUTOMOTIVA HISTÓRICO

A necessidade do homem de locomover e transportar carga para abastecer as indústrias automotivas exige cada vez mais eficiência e rapidez. Neste contexto, a evolução empregada de forma arrojada em seus meios de transporte para atender adequadamente a mercadoria transportada e com menor tempo a indústria, apresenta evoluções no crescimento globalizado (SILVA; CARVALHO, 2021).

No passado os primeiros protótipos para transportar cargas eram muito precários, feitos de madeira com tração animal, onde há perda de matéria prima era inevitável por falta de cuidado na locomoção. Assim, a evolução nos meios de transporte eram fundamentais para atender toda a demanda de matérias entre os diversos setores da econômica, principalmente no automotivo (ALVES, 2018).

Desta forma, os transportes de mercadorias começaram a ser carregado em caminhões, navios, trens, entre outros permitindo técnicas inadequadas de armazenamento e transporte. As mercadorias que sofriam avaria antes de chegar ao seu destino final eram descartadas sem qualquer controle ambiental. Assim, a necessidade de desenvolver processos foi primordial para a evolução da indústria automotiva, onde o consumo na aquisição de veículos também se tornava preocupante, principalmente em relação aos gases poluentes emitidos, elevando a poluição do ecossistema (MELO et al., 2018).

Em 1919 se estabeleceu no Brasil a fábrica da Ford e iniciou a montagem do modelo T com o nome Ford Bigode a combustão, onde a preocupação era atender a locomoção. A General Motors começou a montar seus veículos em 1925 em São Paulo, e cada vez mais os gases poluentes emitidos pelos veículos começaram a se tornar uma preocupação ambiental, devido o salto produtivo de 5 mil para 43 mil

veículos nas ruas (PEDRONI, 2019). As fábricas de autopeças cresceram gradativamente em 1945, contribuindo para desenvolver outros fornecedores e suprir a futura fabricação de automóveis no país.

Com esse desenvolvimento da indústria de peças desencadeou outras preocupações e começou a surgir diversos resíduos gerados pelos fornecedores de peças automotivas, devido ao grande volume de resíduo gerado e encaminhado para aterro sem controle ambiental. Neste período, não existia normas e leis específicas para controlar, tratar e descartar os resíduos, sendo o objetivo principal da indústria a montagem com produção de novos carros, sem nenhum tipo de preocupação com a exploração dos recursos naturais (SZIGETHY; ANTENOR, 2021).

Somente a montagem de veículos era realizada no país, esse cenário começou a mudar quando houve a inauguração de duas importantes fábricas, a Companhia Siderúrgica Nacional (CSN) e fábrica nacional de motores no estado do Rio de Janeiro. Em 1947 a 1952, o governo brasileiro restringiu a importação de veículos e autopeças, gerando crescimento e maior investimento no setor automotivo. Já em 1956 no governo de Juscelino Kubitschek (JK), foi criado o Grupo Executivo da Indústria Automobilística (GEIA), pelo decreto nº 39.142 com objetivo de contribuir a produção de automóveis nacionais (PEREIRA, 2019). Nesta época, a busca pela nacionalização da indústria automotiva era ambiciosa, pois o Brasil tinha uma frota de 800 mil veículos e existia uma grande demanda por automóveis e caminhões.

Para atender a fabricação nacional o governo de JK tinha a indústria e o transporte como pilares de sustentação para criar um parque industrial a partir de uma rede fabricantes e fornecedores de autopeças. Desta forma, em 1956 surgiu o primeiro carro nacional fabricado pela indústria Romi-Isetta, também foram lançados outros carros nacionais que eram cópias autorizadas de modelos europeus.

Com a proibição da importação de carros inteiros, as fabricas da Volkswagen, Mercedes-Benz e a Willys-Overland se transformaram em nacionais. A meta do GEIA era que até 1960, 90% dos utilitários e caminhões deveriam ser fabricados com componentes nacionais para fortalecer a indústria automotiva no Brasil. Com isso, os fabricantes se concentraram em São Paulo nas cidades de São Bernardo do Campo, São Caetano e Santo André, para começar a produzir veículos modernos, para atender os brasileiros (YAMAUCHI; TOURINHO, 2021). Entretanto, jamais se levantou

qualquer estimativa sobre os resíduos produzidos nas fábricas e quanto eles seriam poluentes nos quesitos ambientais.

Em 1970 outras montadoras surgiram no Brasil, em Minas Gerais se estabeleceu a Fiat Automóveis S.A., e no Rio Grande do Sul a Agrale e a Volvo no Paraná (VIANINI, 2018). Com estas montadoras surgiu a preocupação com o desenvolvimento das tecnologias empregadas nas fábricas, e precisou se adequar ao processo com máquinas automatizadas. Entretanto, a tecnologia contribuiu para aumentar a produção de veículos, bem como o grande volume de resíduo gerado para descarte em aterro sanitário.

A importação de veículos começou a ser estimulada novamente em 1990 no Brasil, gerando competição entre 65 fábricas em 11 estados brasileiros, e destacando o desenvolvimento do setor automotivo (ROZEN, 2023). Para atender estas fábricas surge a necessidade de cumprir as normas e leis dentro dos setores em desenvolvimento, implantar o uso de Equipamento de Proteção Individual (EPI) aos trabalhadores. Com isso, surge novas preocupações com o descarte dos resíduos industriais e EPIs gerados e encaminhado ao aterro sanitário.

Devido à preocupação da sociedade com os resíduos gerados em diversos setores do Brasil, o automotivo já estava enquadrado entre os dez mais poluidores. O governo aliado aos órgãos de proteção do meio ambiente cria as leis para tentar controlar os geradores de resíduos no país, com destaque para Lei nº 12305 de 2010 institui a PNRS. Esta obriga a todas indústrias a separar, armazenar e fazer a destinação final correta dos resíduos sólidos sem agredir o meio ambiente (MELLO et al., 2018).

A necessidade em diminuir os resíduos gerados e agentes poluentes emitidos pelos veículos, torna-se essencial no mundo globalizado. A indústria automotiva brasileira busca alternativa sustentável para desenvolver novas tecnologias e substituir o veículo a combustão, pelo elétrico ou híbrido, ambos com maior impacto ambiental e reaproveitamento de matéria prima na fabricação de peças plásticas. Estas ações integram o processo produtivo, tecnológico e robusto com maior segurança e menor interação humana, reduzindo a extração de recursos naturais e contribuindo de forma orquestrada para o equilíbrio do meio ambiente.

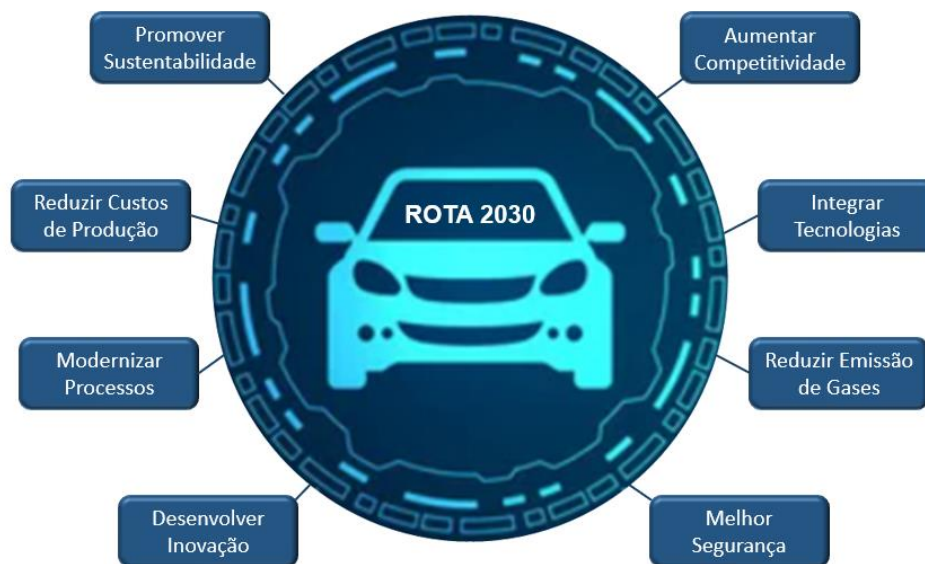
Neste cenário, o programa Rota 2030, lançado em 2018 pelo Brasil, tem como principal objetivo promover a inovação para aumentar a competitividade com

eficiência energética na indústria automotiva nos próximos 15 anos (WOLFFENBÜTTEL, 2022). Este programa contribui de forma avassaladora nas regras de produção de veículos com base nas tendências sustentáveis globais nos seguintes aspectos:

- Redução de emissões e eficiência energética;
- Segurança veicular;
- Inovação e desenvolvimento tecnológico;
- Competitividade e produtividade.

Além de contribuir com a sustentabilidade no setor automotivo o Rota 2030 traz benefícios e incentivos fiscais para as indústrias que cumprir as metas estabelecidas na produção de veículos pelo programa (ANDRIETTA; DIAS, 2020). Os impactos esperados no programa junto as indústrias automotivas são demonstrados na figura 1.

Figura 1 - Impactos esperados do programa Rota 2030.



Fonte: Adaptado de Marques (2023).

A figura 1 apresenta os impactos esperados com a adesão ao programa Rota 2030 que visa transformar a indústria automotiva mais sustentável, segura e competitiva no cenário global. Aumentar a competitividade nacional e internacional

para atrair novos investimentos no mercado globalizado. Com isso, integrar tecnologias avançadas nos veículos e sistemas para assistência aos motoristas.

O investimento permite melhorar a eficiência energética e reduzir a emissão de gases poluentes e contribuir para minimizar os impactos ambientais. Além disso, melhorar a segurança do veículo com adoção de padrões internacionais, proporcionando maior proteção aos ocupantes. Toda segurança está associada a inovação e desenvolvimento tecnológico que permite a colaboração de pesquisa entre vários atores ligados ao mercado automotivo. A inovação também contribui na modernização dos processos produtivos empregando tecnologias modernas, colabora com a redução de resíduos e aumenta a produtividade (CANDIDO; KAMINSKI, 2019).

Com a modernização surge a necessidade de qualificação e capacitação dos trabalhadores, permitindo reduzir custos operacionais, gerando maior lucratividade para a indústria automotiva. Neste contexto, a sustentabilidade na produção de veículos torna-se primordial para alcançar outras fatias do mercado globalizado. Onde realizar ações a favor do meio ambiente são tendências mandatórias e podem trazer crescimentos expressivo aos envolvidos (CLARO JUNIOR; SANTOS, 2020).

As indústrias enfrentam custos altos de produção aliada e forte concorrência do mercado global, devido adoção de peças mais leves e resistentes associada a grande quantidade de tecnologia agregada nos veículos novos. Para se destacar perante a sociedade cada indústria busca métodos e processos ecológicos com programas de reciclagem para minimizar o impacto ambiental. Este é um desafio a ser seguido pelas indústrias, demonstrando comprometimento na produção de forma sustentável, com imagem positiva e comprometida com os ecossistemas e a sociedade.

2.2 GESTÃO DE RESÍDUOS SÓLIDOS

A indústria para fabricar seus produtos necessita de várias matérias primas, bem como energia e outros insumos. Para gerar novos produtos também são retirados os RSs nesta fabricação, muitas vezes depende como está disposto a sua forma que pode ser sólido, líquido e gasoso. Não realizar o gerenciamento adequado até sua destinação final pode trazer prejuízos ao meio ambiente (SARAFIN et al., 2018).

Para praticar o descarte dentro do PNRS a indústria precisa cumprir os requisitos básicos e gerenciar seus RS cumprindo as leis e pensando na sustentabilidade. Os RSs e semissólidos descartados pela indústria devem seguir as recomendações da norma ABNT - NBR 10004 (2004) e ter cuidado com a origem de ser resíduo industrial, incluído os líquidos quando descartado na rede pública de esgoto. Para Nunes, Pessoa, El-Deir (2019), os RSs são as partes geradas depois da fabricação de bens de consumo, conforme o segmento da indústria.

Na indústria automotiva os RSs gerados em uma fabricação podem ser: plástico, papel, madeira, PVC, entre outros. Quando bem administrado esta separação os resíduos podem ser comercializados como recicláveis e garantir a preservação e sustentabilidade ambiental (AGOSTINI; BUSATO, 2022). Os itens que são separados e estão contaminados devem ter um descarte apropriado com empresas certificadas que realizam a destinação correta para evitar problema ambiental e propagação de doenças a população.

O processo de manufatura transforma matéria prima em produto acabado, mas gera RS durante o processo de produção, a indústria se preocupa com esses resíduos durante a produção e procura formas de trabalhar com sustentabilidade e preservar o ambiente de trabalho (SILVEIRA, 2021). Este controle deve ocorrer desde a não geração, redução, reutilização, reciclagem, tratamento e disposição final, conforme figura 2. O plano de gerenciamento do RS faz o controle do resíduo na indústria, e visa reduzir os impactos ambientais gerados pelos processos de produção.

Figura 2 - Plano de gerenciamento do RS.

Fonte: Adaptado de Sabatini e Wanderley (2021).

A figura 2 mostra o plano de gerenciamento do RS que tem diversos tipos de resíduos industriais, e tem como prioridade a não geração do uso de tecnologias modernas e inovadoras, mas muitas vezes esta opção não é viável. A redução visa buscar alternativas como mudança no processo ou em materiais utilizados para minimizar a geração de resíduo produzido. Já a reutilização procura prolongar o ciclo de vida do produto no mercado, gerando vantagens como economia de recursos naturais e redução no processo de produção. Reciclar tem a finalidade de reduzir o resíduo gerado após sofrer transformação, este processo também traz benefícios como: reduzir a extração de recursos naturais, diminuir o consumo de energia, gerar empregos, entre outros (ZARO, 2018).

O tratamento do resíduo usa tecnologias que visam neutralizar a periculosidade que possibilita algumas vezes reutilizar ou reciclar este em outro processo. A última etapa é a disposição final que deve ser realizada se o resíduo não passou por nenhum tratamento, esta atividade deve ocorrer com cuidado para não poluir o meio ambiente. Segundo a norma ABNT - NBR 13221 (2023) o transporte de RS deve ser realizado com segurança e credibilidade e condições necessárias até a disposição final.

A norma ABNT - NBR 10004 (2004) é responsável pelo destino do RS, descreve em sua legislação vigente que o descarte deve seguir a classificação distribuída por classe, sendo elas separadas e descartadas de acordo com a contaminação do solo. A classificação de descarte deve ser disposta na seguinte norma: perigoso classe I, não perigoso classe II, e com divisão da classe IIA, para não inertes e inerte na classe IIB. A norma ABNT - NBR 12235 (1992) descreve a contenção ou uma área autorizada para realizar este controle ambiental até a disposição final.

As indústrias são responsáveis por controlar e gerenciar seus RSs em local apropriado para não haver contaminação dos corpos d'água. No Brasil existe leis e normas específicas para o gerenciamento dos RSs, seguindo as diretrizes da ISO 14001, onde as indústrias são obrigadas a se adequar durante seu processo de produção, para proteger o meio ambiente (LYRA, 2019).

Para cumprir todos os quesitos descritos nas leis de descarte de RS a indústria procura se adequar e reduzir o impacto ambiental e assim manter o ecossistema equilibrado trazendo ganhos ao meio ambiente. Estas ações promovem qualidade de vida a todos os envolvidos e cumpre as exigências legais nas instancias públicas e coletivas, garantido preservação as futuras gerações (BRASIL, 2016).

A Lei nº 6.938/81 estabelece em consonância a Política Nacional de Meio Ambiente (PNMA), com objetivo de disponibilizar melhor os recursos socioeconômico e ambiental de forma consciente e compatível com a legislação (BRASIL, 1981). A Lei nº 6.803/80, dispõe de normas que engloba a documentação para atividade industrial onde descreve diretrizes relacionadas a poluição e zoneamento industrial. A resolução do Conselho Nacional de Meio Ambiente (CONAMA) nº 313/2002, descreve informações sobre o Inventário Nacional de Resíduos Sólidos Industriais etapa com grande importância na gestão do resíduo (BRASIL, 2002).

A Lei nº 12.305/10, mais recente no PNRS serve como instrumento para direcionar os principais problemas ambientais, sociais e econômicos ocorridos decorrentes do manejo inadequado com relação ao RS (BRASIL, 2010). A mesma lei determina em seu artigo nº 20 que apresente as exigências no Programa de Gerenciamento de Resíduos Sólidos (PGRS) e descreve a elaboração do plano para gerenciar os diversos geradores e poluidores de resíduos, conforme seu porte. Esta forma de organizar o PNRS exige tanto das indústrias como dos setores públicos e

privados os processos de disposição de seus resíduos de forma transparente (SILVA, 2018).

O RS encontrado na indústria e descartado com responsabilidade ao aterro controlado segue exigências legais com objetivo de ocupar menor volume e melhor aproveitamento na disposição de técnica para drenagem pela geomembrana sem causar grande impacto ao lençol freático. A busca consciente para tratar o RS vem de encontro a vida útil do aterro, onde sempre exista possibilidade de reutilizar ou transformar (TULIO, 2019). Neste contexto, buscar novos destinos com sustentabilidade respeitando sua classificação perigoso ou não perigoso ao resíduo, pode permitir até mesmo GEs e GAs a indústria.

2.3 RECICLAGEM DE RESÍDUOS SÓLIDOS

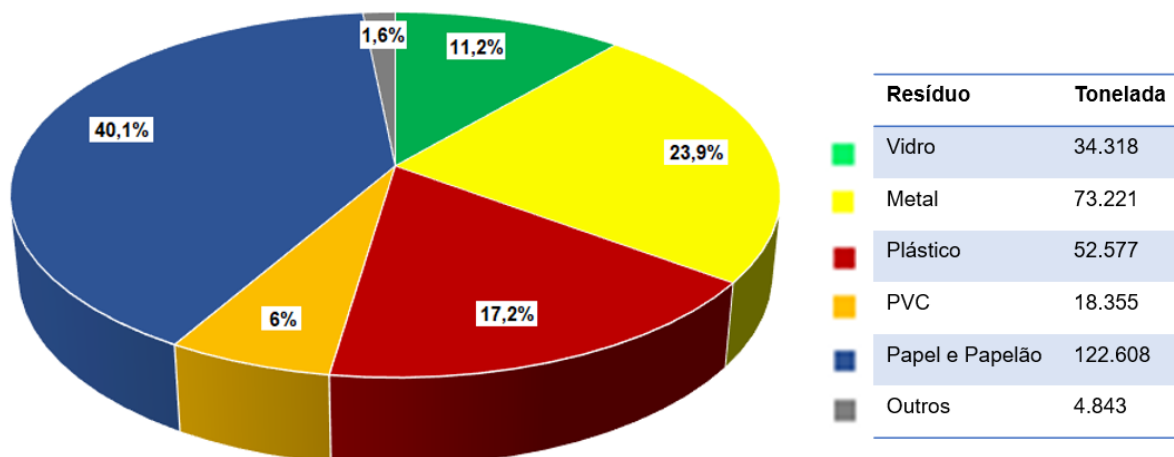
A geração exponencial de resíduos sólidos gerados vem relacionado ao crescimento da população, onde o consumo de muitos materiais e bens cresce dia a dia. Esta demanda envolve aquisição de várias embalagens para proteger os produtos e causa elevado aumento da extração de recursos naturais. Estas embalagens dentro da indústria são necessárias para proteger a matéria prima e quando descartadas de forma inadequada geram degradação ambiental e problemas as futuras gerações.

No Brasil a geração de embalagens classificadas como RS, atingiu 306 milhões de toneladas no ano 2022, tendo o maior volume na região sudeste e norte a menor. Para gerenciar o destino correto deste resíduo é preciso conhecer o PNRS e seguir a ordem de prioridade que se destaca: não geração, redução, reutilização, reciclagem tratamento dos resíduos sólidos e disposição final dos rejeitos (BRASIL, 2010).

Para realizar a coleta do resíduo sólido é necessário triar o material a ser descartado, escolher o transporte adequada e encaminhar a destinação final de acordo com o PNRS juntamente com as responsabilidades do município e poder público. Quando não ocorre esta conscientização de separar e realizar a destinação correta, todos os resíduos ficam misturados no momento da coleta, transporte e disposição final. Este processo realizado de forma errônea acarreta grande volume nos aterros sanitários, gerando prejuízos ambientais pela ausência da reciclagem.

A separação do material reciclado deve ser enviada para as fontes geradoras quando separados por categorias tais como: papel, papelão, plástico, metal, vidro, entre outros. Segundo Abrelpe (2022), o Brasil registrou a recuperação dos materiais recicláveis atingindo um volume de 306 milhões de toneladas, conforme a figura 3.

Figura 3 - Total resíduos reciclados em 2022.



Fonte: Adaptado de ABRELPE (2022).

Segundo Silva (2020), a reciclagem traz diversas vantagens ao meio ambiente como:

- Reduz a quantidade de resíduo enviada ao aterro;
- Preserva os recursos naturais;
- Diminui o impacto ambiental;
- Proporciona economia de energia;
- Gera empregos diretos e indiretos.

Desta forma, a reciclagem proporciona muitos benefícios com a demanda de novos produtos gerados a partir dela, e alicerce a todos envolvidos como homem e meio ambiente. Assim, a indústria automotiva busca alternativas cada vez mais sustentáveis para aplicar e manter o equilíbrio ambiental relacionado aos inúmeros materiais que são utilizados e descartados em suas linhas de produção. Este equilíbrio apresenta resultados positivos com aplicação da reciclagem, ou seja, evita que recursos naturais sejam extraídos nas gerações de novas matérias prima. Roldão (et al., 2023) destacam que o processo de reciclagem está vinculado ao reaproveitamento

de materiais descartados e associado a reutilização dos mesmos, trazendo a consciência e preservação dos recursos naturais.

Os RSs gerados na indústria e sem destino correto, desperta preocupações sociais, econômicas e ambientais agregadas ao descarte. Com isso, gerenciar a melhor forma de descarte dos resíduos pode diminuir o impacto na natureza e demonstrar responsabilidade, consciência e sustentabilidade. Esta ação é um desafio, na mudança de cultura impregnada nas pessoas consumistas, ao longo dos anos que enxergavam o resíduo apenas como material para descarte e a sustentabilidade como custo (TREVISAN et al., 2016).

Os resíduos são encontrados em diversas formas e volumes, sendo o maior destaque na indústria papel, plásticos, madeira, PVC, entre outros. Neste contexto, observa-se a reciclagem como uma das atividades vantajosas para os envolvidos, trazendo resultados positivos. Oliveira (et al., 2022), o plástico é um bom exemplo com longo tempo de vida em sua decomposição quando descartado de forma incorreta ao meio ambiente e requer ações urgentes no seu destino. Percebe-se que este descarte incorreto não traz apenas danos a natureza, mas também a saúde humana, através da criação de vetores que colocam a população em risco. Assim, as indústrias que utilizam produtos com resíduos plásticos, procuram alternativas para reciclar e gerar novos produtos, trazendo ganhos a natureza.

Conforme as abordagens sobre os RSs gerados na indústria buscam demonstrar consciência na destinação correta com seus descartes e atitudes que gerem ganhos com a reciclagem dos resíduos, diminuindo a emissão de gases, e assim contribuindo com a sustentabilidade do ecossistema (MARTINS; BITTENCOURT NETO, 2023).

2.4 AVALIAÇÃO DO GANHO AMBIENTAL E ECONÔMICO

Os insumos encontrados na produção de peças automotivas como óleo, graxa, madeira, papel, plástico, e outros estão relacionados aos desgastes ambientais na retirada de matéria prima na natureza. Reciclar estes insumos de forma consciente na linha de produção aumenta os recursos naturais e diminui os impactos com o descarte

de resíduo, e assim demonstra formas sustentáveis para minimizar os impactos naturais.

Neste cenário, avaliar os GAs demonstra conscientização e vem de encontro com a metodologia aplicada pelo instituto Wuppertal, que apresenta avaliações mensuradas dos recursos naturais com a reciclagem. Para aplicar a reciclagem deve ser na Entrada de Material por Unidade de Serviço (MIPS), avaliar o método ambiental e econômico (SOUZA, 2016).

De acordo com Correia e Oliveira Neto (2015) descrevem o MIPS pelo Fator de Intensidade de Material (MIF), onde a entrada é descrita em Quilograma (Kg) e multiplicada pelo seu fator de intensidade, conforme a tabela de Wuppertal. A apresentação deste conceito é descrita com base na área ambiental e econômica que foi desenvolvida pelo Instituto Wuppertal nos anos 90 na Alemanha, com base na fabricação de produtos e serviços que geram impacto ambiental, conforme Tabela 1.

Tabela 1 - Dados de intensidade de material.

Nome	Especificação	Intensidade do Material (kg/kg)					Terra		Região
		Abiótico	Biótico	Água	Ar	Erosão	Mecânica		
Papelão	Papelão	1,86	0,75	93,56	0,33			Europa	
Plástico	Plástico	2,49		122,2	1,62			Europa	
Madeira	Madeira	0,86	5,51	9,97	0,13			Alemanha	
PVC	Termoplásticos	3,47		305,29	1,7			Europa	

Fonte: Wuppertal (2014).

A tabela 1 demonstra informações dos materiais, conforme sua intensidade a representação é em Kg, e se divide em compartimentos do ecossistema, sendo: abiótico, biótico, água, ar e terra. Para análise destes compartimentos é preciso conhecer os dados encontrados no abiótico e biótico.

Para os abióticos descreve todos os recursos não renováveis ou organismos não vivos tais como: temperatura, pressão, clima, pluviosidade do relevo, entre outros. Já os bióticos são os organismos vivos como plantas e decompositores ou recursos renováveis como: clima que pode sofrer alterações no ecossistema, e mudando os demais compartimentos estudados pelo método (PIRES et al., 2018).

A água pode apresentar alterações através de movimentos mecânicos em contato com materiais contaminados que foram destinados de forma errada. As modificações do solo podem causar fissuras levando esta água contaminada até os Lençóis freáticos. Para os materiais descartados de forma errada contribuem para doenças e poluição pelo ar.

A aplicação do estudo de Wuppertal mesmo sendo usado com base na matriz energética da Alemanha não impossibilita ser usado no Brasil, que segundo os autores Barduzzi, Oliveira Neto e Vieira Junior (2014), descrevem a mesma biodiversidade para implantação metodológica do estudo.

Andrade (2020) cita que o grupo abiótico, biótico, água e ar são convertidos em cálculos, conforme a tabela de Wuppertal. Para calcular o MIF a Massa (M) deve ser multiplicada pelo Fator de Intensidade (IF), gerando o valor em kg. A Intensidade de Material no Compartimento (MIC) é a somatória da sequência da fórmula, representada por: $MIF_a + MIF_b + MIF_c$. Para atingir o resultado Total de Intensidade de Material (MIT) utiliza a mesma sequência apenas alterando a fórmula $MIC_a + MIC_b + MIC_c$, conforme tabela 2.

Tabela 2 - Fórmulas de avaliação ambiental.

Equação	Descrição
$MIF = M \times IF$	Entrada de material multiplicado por fator de intensidade
$MIC = MIF_a + MIF_b + MIF_c$	Soma dos compartimentos
$MIT = MIC_a + MIC_b + MIC_c$	Soma das intensidades de massa por compartimento

Fonte: Wuppertal (2014).

A tabela 2 apresenta as fórmulas utilizadas para calcular o MIPS, ou seja, representa o impacto ambiental sobre o meio ambiente. Os valores apresentados para cada compartimento, são referenciados pelo MIF, MIC e MIT, com estes resultados calculam-se os recursos retirados da natureza. Bem como, todo material utilizado na fabricação e embalado para consumo, sendo reutilizado e evitando retirar novos recursos da natureza. A figura 4 mostra os processos para calcular o MIPS.

Figura 4 - Processo MIPS.



Fonte: Adaptado de Souza (2019).

A figura 4 demonstra as etapas para calcular o MIPS:

- Encontrar a unidade do material e definir as comparações com base nos resultados encontrados;
- Descrever o fluxo estruturando o processo para avaliar o ciclo de vida do produto;
- Coletar os dados encontrados dos materiais durante o processo;
- Gerar cálculos que resultam em fatores de entrada de materiais;
- Calcular e contabilizar o produto para o descarte;
- Gerar o MIPS, para encontrar o valor por unidade do material;
- Interpretar o MIPS, e gerar os resultados para cada compartimento.

2.5 EDUCAÇÃO AMBIENTAL NA INDÚSTRIA AUTOMOTIVA

A aceleração globalizada na indústria automotiva gera questões econômicas e ambientais preocupantes para o ecossistema. Tendo como base a tecnologia empregada em ambiente industrial gera preocupações de conscientização e cuidado com a natureza. Estas questões cada vez mais são cobradas por órgãos públicos e privados para achar soluções que não gerem grandes impactos a natureza com seus descartes, contribuindo com maneiras rentáveis através da Educação Ambiental (EA) (ANJOS, 2015).

Santos e Bernardes (2019) citam a importância de indivíduos conscientes com a EA, e principalmente torna-la uma ferramenta de conscientização para o meio ambiente. Dentro das indústrias é comum passar treinamentos aos trabalhadores que incentivam a EA dentro e fora da empresa, estes ensinamentos vai desde a separação de resíduos até sua disposição final. A indústria observa estas ações como ensinamentos do PGRS através da conscientização ambiental, sendo aplicada na casa de seus trabalhadores, multiplicando o conhecimento aos seus familiares.

Segundo Scheffer (2018), o PGRS é aplicado com base no documento onde descreve a forma correta de separar e descartar o resíduo seja ele industrial ou urbano e assim evitar problemas ambientais. Na indústria está separação do PGRS busca obter consciência de seus trabalhadores e solucionar problemas com o descarte e assim evitar multas. Entre os descartes de resíduos gerados estão o papel, plástico, madeira, PVC, e outros que podem ser reciclados para atingir os objetivos da EA, com a reutilização e preservação dos recursos naturais.

A aplicação da separação dos resíduos de forma orquestrada contribui através da preservação ambiental, trazendo equilíbrio a natureza e ganhos rentáveis com a reciclagem. Para demonstrar os GAs e GEs a conscientização e capacitação dos trabalhadores com a reciclagem dentro da indústria deve ser de forma contínua (NAKAGAWA, 2018).

Conscientizar todos os envolvidos na separação correta dos resíduos não é tarefa fácil, assim como o cumprimento das legislações vigentes dentro do ambiente fabril que serve de requisitos para conquistar novos negócios (FRANQUETO; DELPONTE; FRANQUETO, 2018). Neste contexto, a EA contribui como um alicerce

favorável para a reciclagem e traz cenário de mudança de cultura e aprendizado para todos os envolvidos, a figura 5 apresenta os benefícios da EA.

Figura 5 - Benefícios da EA.



Fonte: Adaptado de Masoumi, Kazemi e Abdul-Rashid (2019).

A figura 5 mostra as vantagens adquiridas com a EA na indústria automotiva e difundir as informações e conscientizar sobre o impacto do RS na natureza. Desta forma, assegurar a ocorrência do descarte e reduzir custos diminui o prejuízo a natureza, revertendo essas ações em maior sustentabilidade com a destinação correta do resíduo, proporcionando segurança e equilíbrio na natureza e maximizando os ganhos com a reutilização (MASOUMI; KAZEMI; ABDUL-RASHID, 2019).

2.6 GESTÃO AMBIENTAL

A indústria com expansão tecnológicas e focada no futuro traz a consciência que investir em gestão ambiental proporciona vantagens financeiras e resultados positivos a sociedade. Esta expansão aliada ao mercado globalizado demonstra

preocupação na preservação ambiental, deixando o legado as futuras gerações (MARCO-FERREIRA; JABBOUR, 2019). A indústria que visa preservar os recursos naturais contribui para gerar valor ao produto final, bem como buscar equilíbrio produzindo seus produtos com responsabilidade social e ambiental.

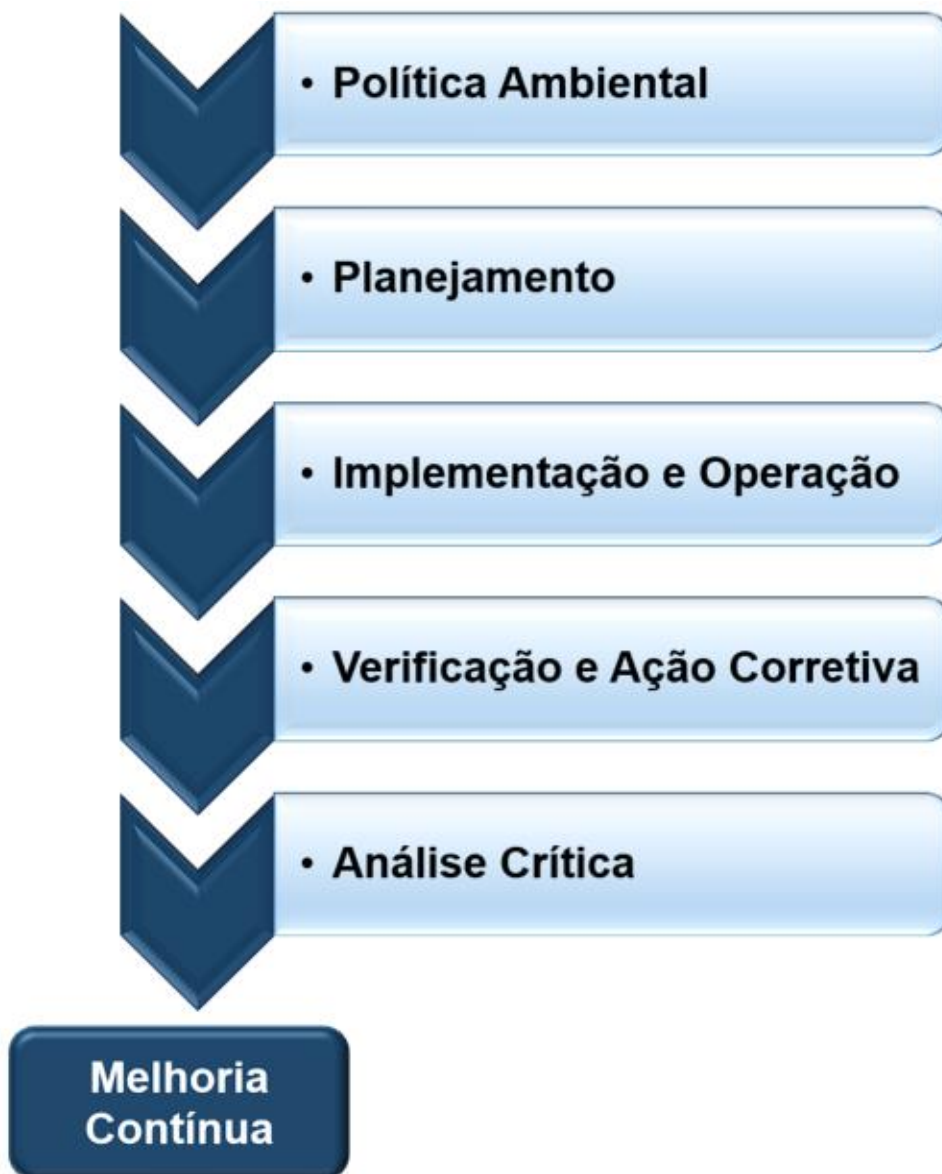
Ter a gestão ambiental como parte de seus processos internos e externos aproveitando os seus descartes com responsabilidade sustentável demonstra atingir metas na preservação dos recursos naturais e cada vez mais tornar seus produtos com características sustentáveis (RIBAS et al., 2017). Pensar de forma sustentável, torna a indústria atrativa e preparada para ganhar certificações verdes que são mandatórias pela sociedade e mercado.

Neste contexto, a indústria automotiva apresenta sustentabilidade e forma de aumentar a lucratividade, preservando o meio ambiente, sem deixar de explorar a natureza e reciclando seus resíduos. Estas maneiras de olhar para o futuro transformando ameaças em oportunidades, fortalece a gestão ambiental contribui e melhora a competitividade nos negócios (LAZAROTTO et al., 2014). Estas ações integradas e difundidas geram criatividade entre os envolvidos, melhorando a imagem e conquistando novos clientes no mercado globalizado.

A preservação ambiental é um dos pilares do Sistema de Gestão Ambiental (SGA) mais importante dentro da indústria, onde produzir com menos recursos naturais não é tarefa fácil, principalmente quando em seus processos envolve custos com energia, água, insumos, entre outros (VASCONCELOS; PIMENTEL, 2018). Neste cenário, os desafios do SGA estão além da produção, que inclui o tratamento de efluentes, separação, transporte de resíduos até a disposição final, sem deixar de cumprir as leis e critérios para uma gestão ambiental assertiva na indústria.

O SGA está embasado na ISO 14001 e apresenta procedimentos descritos em leis e normas ambientais aplicadas na indústria automotiva e política ambiental. Esta define as etapas para planejar, implementar e operar com monitoramento e verificando as devidas ações corretivas realizadas com análise crítica dos resultados obtidos, conforme demonstra a figura 6. A ABNT – ISO 14001 (2015) detalha ferramentas para controle, gestão, manutenção e validação do SGA dentro da indústria, contribuindo para difundir as informações em todos os setores para tomada de decisão assertiva.

Figura 6 - Modelo do SGA aplicado a ISO 14001.



Fonte: ABNT - ISO 14001 (2015).

A figura 6 mostra o comprometimento do SGA quando aplicado a ISO 14001, que permite fazer o planejamento abordando os aspectos ambientais. O alicerce está relacionado para implementar e operar toda a estrutura da política ambiental descrita com responsabilidade, fazendo os treinamentos com conscientização e competência, gerando comunicação entre todos os envolvidos e documentando os processos e assim se preparando para qualquer emergência no SGA.

Para verificar e fazer ações corretivas é necessário monitorar com medições e avaliações constantes, atendendo e cumprindo os requisitos legais para gerar registros válido para a auditoria interna. A análise crítica interna e externa do processo

da indústria, bem como seus resíduos pode identificar a necessidade de reciclagem do papelão, plástico, madeira e PVC, que aponta para melhoria contínua do processo, trazendo equilíbrio a natureza.

3 METODOLOGIA

A metodologia selecionada é um estudo de caso para avaliar as vantagens ambientais e econômicas com a reciclagem de RS em uma indústria do setor automotivo localizada na região sul do Brasil. Esta fornece serviços de usinagem e fundição de peças para veículos leves e pesados as montadoras nacionais e internacionais. Foram levantados e avaliados os dados dos RSs tais como: papel, plástico, madeira e PVC gerados das linhas de produção e descartados no ano de 2023, sendo lançados os dados em tabela, conforme a separação dos resíduos por mês e quantidade de descarte.

Estes dados são de natureza qualitativa e quantitativa e foram levantados em pesquisa exploratória em ambiente real para avaliar e mensurar as vantagens ambientais e econômicas dos resíduos. De acordo com Gil (2017), a pesquisa exploratória contribui de forma orquestrada para conhecer o objeto de estudo a partir de: levantamento bibliográfico, dados técnicos, análise e investigação que estimulem a compreensão. Já em relação à natureza metodológica, Nascimento e Sousa (2017) enfatizam que existem dois tipos distintos: a quantitativa e a qualitativa.

O método de estudo de caso, Fachin (2017) destaca que é caracterizado por ser *in loco* de suma importância a compreensão de todos os envolvidos sobre assunto investigado. Para avaliar e mensurar as vantagens ambientais e econômicas foi utilizada a metodologia de intensidade de material com aplicação do método de Wuppertal para quantificar o quanto a indústria automotiva pode contribuir na preservação do meio ambiente com a reciclagem de RS.

A figura 7 demonstra a ordem dos procedimentos metodológicos que foram executados no estudo.

Figura 7 - Procedimentos metodológicos.

Fonte: O autor (2024).

A metodologia resumida se inicia pelo problema de pesquisa, como a utilização da reciclagem dos RSs da indústria automotiva pode gerar vantagem econômica e ambiental. Para esse problema o objetivo relacionado foi analisar o processo envolvendo a reciclagem e proporcionar as vantagens obtidas através dos resíduos. Assim, foi necessário levantar todos os dados coletados dos resíduos, separar pela característica de reciclagem mês a mês no ano de 2023. Já o método aplicado foi qualitativo referente ao assunto entendido após as visitas realizadas no almoxarifado, linhas de produção e central de resíduos. A análise do quantitativo foi calculado as quantidades geradas por resíduos e aplicado para cada material a tabela do método de Wuppertal.

3.1 MÉTODO

A revisão bibliográfica sobre o tema principal do trabalho relacionado ao RS na indústria automotiva foi a primeira fase do trabalho, acompanhando visitas técnicas no almoxarifado e linhas de produção para conhecer as etapas do processo onde ocorreram o descarte contendo papelão, plástico, madeira e PVC.

Durante o ano de 2023 foram realizadas diversas visitas nas 15 linhas selecionadas, sempre na presença do responsável da área, buscando alternativas

sustentáveis para incentivar a reciclagem dos resíduos descartados sem critérios de aproveitamento sustentável, conforme quadro 1.

Quadro 1 - Linhas de Produção.

Linha	Descrição da Linha	Quantidade de Trabalhadores
1	Biela	95
2	Ajustador de Freio	84
3	Anel de Rolamento	71
4	Bloco de Motor Pesado	81
5	Bloco de Motor Leve	18
6	Bloco de Motor VAN	36
7	Cabeçote de Motor Leve	23
8	Cabeçote de Motor VAN	72
9	Pinça de Freio	14
10	Capa de Mancal	15
11	Carter do Motor	27
12	Cubo da Roda	15
13	Carcaça de Direção	16
14	Ponta de Eixo	15
15	Tampa do Cabeçote	105

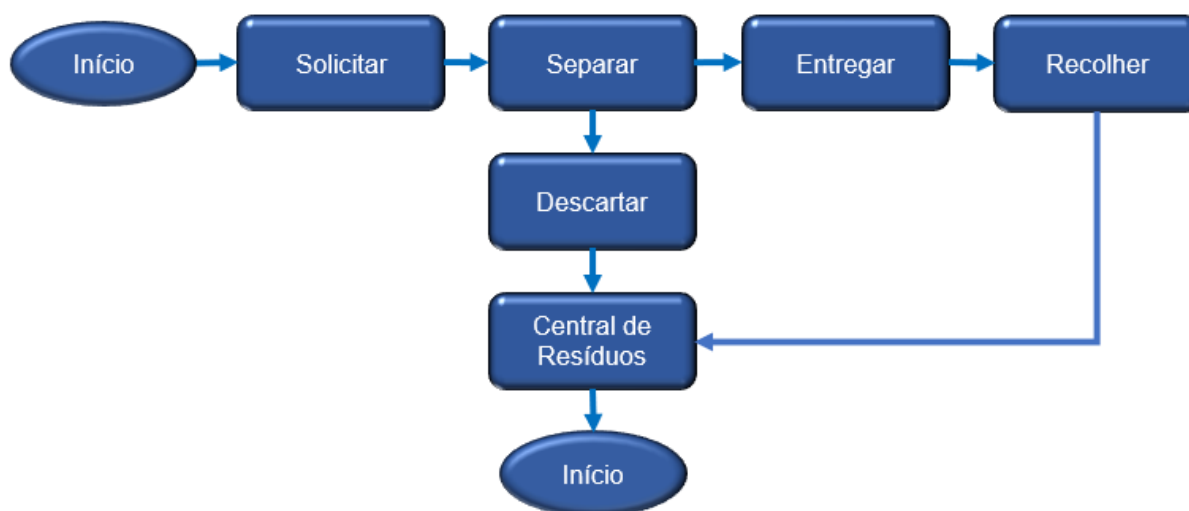
Fonte: O autor (2024).

O quadro 1 representa as 15 linhas de produção que trabalham em três turnos diariamente e seis dias por semana, gerando grande volume de resíduo em suas jornadas sem critérios de descarte para reciclagem. Nestas linhas são realizadas diversas operações de usinagem tais como: fresamento, furação, retificação, mandrilhamento, entre outras em conjunto com estas, são realizadas montagem e inspeção de qualidade. Muitas operações são realizadas por máquinas automatizadas, mais ainda é necessária a interação humana nas linhas de produção, onde a utilização de EPI é mandatória para realizar as atividades diárias.

Para o funcionamento da linha de produção é obrigatório ter estoque de matéria prima e insumos para atender as necessidade do cliente referente os pedidos que entram no planejamento de compra e produção, devem cumprir a data de entrega do produto acabado.

Devido a demanda de pedidos são necessárias várias linhas de produção para evitar atrasos na entrega do produto final ao cliente. Esta grande demanda consequentemente gera muitos resíduos, para representar a movimentação de material até o armazenamento do resíduo foi desenvolvido um fluxo que demonstra as etapas que são realizadas desde a solicitação do material ao almoxarifado até o descarte na central de resíduos, conforme figura 8.

Figura 8 - Fluxo de geração de resíduo.



Fonte: O autor (2024).

A figura 8 apresenta o fluxo de geração de resíduo, iniciando na solicitação do material ao almoxarifado para dar início ao processo da fabricação de peças. Estas chegam a indústria embaladas em plásticos com divisórias de papelão em palete de madeira e ficam armazenadas no almoxarifado, aguardando as solicitações da produção. O almoxarife recebe via sistema o pedido com a quantidade a ser produzida em cada linha de produção, iniciando o processo de separação dos materiais e retirando a embalagem de proteção da peça para o transporte, ou seja, o plástico que envolve o material no palete e as peças são encaminhadas para a linha de produção, conforme o pedido do cliente.

O plástico retirado pelo almoxarife é separado como resíduo e disposto em local apropriado no setor até o final do turno e encaminhado na sequência a central de resíduos. O palete após a retirada das peças na linha de produção o processo de recolhimento é automático, devido à grande demanda na fabricação das peças produzidas. O acúmulo de paletes de madeira e papelão são encaminhados imediatamente a central de resíduos e assim liberar o espaço na chegada de novos paletes com peças para a linha produção.

O trabalhador da linha de produção também recebe do almoxarifado dois pares de luvas de PVC para serem utilizadas como EPI durante a semana, que após a troca são descartadas em local apropriado, conforme a necessidade e assim garantir a segurança das mãos durante o processo na manipulação da peça na linha de produção. A coleta das luvas descartadas pelo trabalhador são recolhidas pela higienização e retiradas todo final de turno do setor e encaminhadas a central de resíduos para descarte.

3.2 COLETA DE DADOS

O processo de coleta de RS na indústria automotiva, ocorre semanalmente a partir do setor de qualidade que avisa a área ambiental para agendar a coleta de resíduos. A geração e armazenamento do RS é diária, sendo necessário controlar os descartes para evitar misturas com outros materiais e desvalorização do resíduo gerado.

O quadro 2 demonstra o volume de resíduos gerados e descartados em 2023, separados de acordo com a característica mês a mês. Os resíduos de PVC são referentes as luvas que tem pouca variação entre os meses, devido à ausência dos trabalhadores por férias ou falta ao trabalho. Para o plástico, papelão e palete de madeira segue as oscilações do mercado automotivo externo, quanto maior a demanda dos clientes para a produção de peças, maior é o volume de resíduo gerado na indústria.

Quadro 2 - Quantidade de resíduos descartados em toneladas de 2023.

Resíduo	Jan	Fev	Mar	Abr	Mai	Jun	Jul	Ago	Set	Out	Nov	Dez
Plástico	2,29	1,37	1,81	2,24	1,77	0,86	1,60	1,18	1,80	1,12	1,34	0,82
Papelão	0,98	0,59	0,77	0,96	0,76	0,37	0,68	0,51	0,62	0,58	0,65	0,38
Madeira	5,29	5,95	6,24	3,78	6,29	7,79	11,1	5,45	6,12	5,82	6,25	4,20
PVC	1,54	1,53	1,52	1,53	1,54	1,52	1,54	1,53	1,52	1,53	1,52	1,43

Fonte: O autor (2024).

Todas as quantidades de resíduos armazenadas são disposta na central de resíduos, conforme a característica do material descartado. Já para o processo de coleta é realizado semanalmente, conforme figura 9.

Figura 9 - Processo de coleta do resíduo.

Fonte: O autor (2024).

A figura 9 mostra o processo de coleta do RS que ocorre semanalmente, onde o setor da qualidade agenda com a empresa responsável a retirada do resíduo já armazenado. Nesta agenda são relacionadas a data e hora da coleta, quando o veículo chega na indústria, ele é registrado no sistema com os dados do motorista e do veículo. Após o registro do veículo é pesado na balança rodoviária e emitido um ticket de comprovação do peso, e liberado para fazer a coleta do resíduo e quando finalizado o carregamento e necessário fazer nova pesagem para relacionar o peso correto do resíduo coletado. A nota fiscal é emitida com o peso final resíduo relacionando os dados do veículo e do motorista são registrados em sistema para realizar a liberação do veículo com o resíduo da indústria.

4 RESULTADOS E DISCUSSÕES

Neste capítulo o principal objetivo é apresentar o processo de reciclagem do RS na indústria automotiva, relacionado aos resultados e discussões dos GEs e GAs a partir da aplicação do método de Wuppertal.

4.1 GANHOS ECONÔMICOS

A aplicação da reciclagem dos RSs na indústria gera receita ao processo realizado e os valores apresentam os resultados econômicos positivos a todos os envolvidos, conforme tabela 3.

Tabela 3 - Custos de destinação e reciclagem de resíduos em 2023.

Resíduos	Quantidade de Resíduo (t)	Custo Destinação		Custo Reciclagem	
Plástico	18,2	R\$	5.642,00	R\$	18.200,00
Papelão	7,85	R\$	2.433,50	R\$	785,00
Madeira	74,28	R\$	23.026,80	R\$	81.708,00
PVC	18,25	R\$	5.657,50	R\$	-
Totais	118,58	R\$	36.759,80	R\$	100.693,00

Fonte: O autor (2024).

A tabela 3 apresenta os custos da destinação dos resíduos misturados sem qualquer processo de separação e classificação com valor de R\$ 310,00 (trezentos e dez reais) por Tonelada (t). O custo de reciclagem varia conforme o resíduo, sendo: o plástico R\$ 1.000,00 /t (mil reais) , papelão R\$ 100,00 /t (cem reais), já a madeira R\$ 1.100,00 /t (mil e cem reais) e o resíduo de PVC a indústria ainda não conseguiu encontrar uma recicladora para mensurar o custo do retorno desse material. Com isso, observa-se GEs com a reciclagem de R\$ 100.693,00 menos o custo de destinação do PVC comparando ao custo na destinação durante 2023 que atinge 61% de GE.

A reciclagem além de trazer GE proporciona credibilidade, Esteves e Henkes (2016) citam que esta ação traz novas oportunidades de negócios e demonstra a seriedade da indústria em utilizar a reciclagem como processo sustentável e rentável.

4.2 GANHOS AMBIENTAIS

Avaliando os totais por compartimento da indústria referem-se ao MIC, conforme o MIF calculado e demonstrado na tabela 4, de acordo com o método de Wuppertal. A massa total de cada resíduo está representada em kg e relacionada a quantidade de RS, gerando o grau de impacto ambiental. Os fatores de intensidade correspondem ao compartimento MIC e representam a redução do impacto ambiental.

Tabela 4 - Ganhos ambientais MIF em 2023.

MATERIAIS		MIF (M x IF)			
Itens	Massa	Material Abiótico	Material Biótico	Água	Ar
Papelão	18.200	33.852	13.650	1.702.792	6.006
Plástico	7.850	19.546,50		959.270	12.717
Madeira	74.280	63.880,80	409.282,80	740.571,60	9.656,40
PVC	18.250	63.327,50		5.571.542,50	31.025
Total por Compartimento	118.580	180.606,80	422.932,80	8.974.176,10	59.404,40

Fonte: O autor (2024).

A tabela 4 demonstra o MIF de cada resíduo calculado pelos compartimentos de material abiótico, biótico, água e ar para estimar o quanto pode reduzir o impacto ambiental. As quantidades das massas dos resíduos foram extraídas da geração dos RSs em 2023 através do processo de reciclagem, multiplicadas pelos fatores de intensidade da tabela 1. Para exemplificar o cálculo, o resíduo papelão com massa 18.200 kg foi multiplicado pelo abiótico 1,86 kg totalizando em 33.852 kg, este exemplo se repete para todos os compartimentos.

O MIC representa os totalizadores que resultam na soma dos compartimentos MIF, os 180.606,80 kg e demonstram os materiais abióticos que colaboram diretamente com a sustentabilidade, aquecimento do planeta, camada de ozônio, variação da pressão atmosférica, entre outros. Para 422.932,80 kg de materiais bióticos observa-se que não houve contaminação do solo e vegetação, já a poluição

da água não atingiu ao total de 8.974.176,10 kg e 59.404,40 kg no ar. O total da massa atinge 118.580 kg, representando a economia resultante do processo de reciclagem de resíduo pela Economia Total de Materiais (MET).

Nunes, Pessoa e El-Deir (2019) corroboram que a reciclagem evita que o resíduo torne-se um rejeito, gerando novos produtos, sendo este processo um instrumento valioso na educação ambiental das gerações futuras. Desta forma, contribuem para que os fatores bióticos se desenvolvam e os abióticos não sejam poluídos de forma precoce.

A soma dos fatores abióticos, biótico, água e ar representam o MIC que está relacionado a redução do impacto ambiental e resultam no MIT, conforme a tabela 5.

Tabela 5 - Redução do impacto ambiental (kg).

Fator	Material Abiótico	Material Biótico	Água	Ar	
MIC	180.606,80	422.932,80	8.974.176,10	59.404,40	MIT 9.637.120,10

Fonte: O autor (2024).

A tabela 5 demonstra o MIT que gera a quantidade de redução do impacto ambiental, atingindo 9.637 toneladas, que está ligado ao processo de reciclagem dos resíduos. Assim, contribuindo com a redução de extração dos recursos naturais e a preservação do ecossistema, gerando equilíbrio natural. Sarafin (et al., 2023) destacam que reciclar é um fator positivo para o meio ambiente, apesar dos desafios encontrados na indústria, que desperdiçam oportunidades encontradas em seus resíduos, colaborando na conservação e redução do impacto ambiental, e assim associando aos ganhos sustentáveis para o planeta.

4.3 COMPARAÇÃO DOS GANHOS AMBIENTAIS E ECONÔMICOS

Para gerar a comparação dos GAs e GEs foi necessário resgatar os resultados de GE, MET e MIT, conforme tabela 6.

Tabela 6 - Resultado de GE e GA.

GE	MET	MIT
100.693,00	118.580,00 kg	9.637.120,10 kg

Fonte: O autor (2024).

A tabela 6 demonstra os resultados de R\$ 100.693,00 de GE, 118.580,00 kg de MET representa o volume de materiais economizados com o processo de reciclagem de resíduo e o MIT 9.637.120,10 kg referente a quantidade de redução do impacto ambiental. De acordo com Masoumi, Kazemi e Abdul-Rashid (2019) afirmam que a reciclagem quando bem aplicada minimiza os impactos na extração de recursos naturais, gerando equilíbrio e transformando em benefício sustentável para o ecossistema.

A tabela 7 apresenta os Índice de Ganho Econômico (IGE) e Índice de Ganho Ambiental (IGA) que mostram a comparação do GE e GA.

Tabela 7 - Comparação do GE e GA.

Tipo de Ganho	Valor	Unidade
IGE	R\$ 1,18	kg / R\$
IGA	R\$ 95,71	kg / R\$

Fonte: O autor (2024).

A tabela 7 demonstra a comparação dos GEs e GAs que são representados pelo índice de ganho, valor e unidade que representa os valores. A representação do valor de IGE é o resultado do MET dividido pelo GE e o IGA, a divisão do MIT pelo GE, analisando os valores referente aos índices verifica-se que o IGA é maior que IGE, gerando uma preocupação ambiental.

Desta forma, a cada real economizado corresponde ao material preservado de 1,18 kg, considerando a escala global estudada do MIF e ainda obteve vantagem ambiental de 95,71 kg de materiais que não foram alterados ou extraídos do ecossistema.

Segundo Correia e Oliveira Neto (2015) destacam que os GEs e GAs avaliados na logística reversa reduz o impacto ambiental, além de agregar benefícios

financeiros. Desta forma, a reciclagem aplicada é um dos benefícios da logística reversa recolhendo e encaminhando os resíduos para serem reaproveitados, minimizando a extração de recursos naturais, gerando ganhos no desenvolvimento social e econômico.

Os resultados demonstram que a reciclagem dos RSs contribuem com os GEs e GAs, gerando diminuição dos materiais usados, promovendo redução do impacto ambiental. Com isso, os resultados estão associados a sustentabilidade e a preservação do meio ambiente.

5 CONSIDERAÇÕES FINAIS

A questão ambiental relacionada aos RSs e a extração dos recursos naturais necessários para atender os processos produtivos em uma indústria automotiva foi a preocupação central deste estudo. E apresentou a reciclagem dos RSs como sustentabilidade, devolvendo ao meio ambiente os resíduos que podem evitar a extração de novos materiais. Além disso, busca neutralizar o descarte de material de forma incorreta.

A norma ISO 14001 está relacionada a EA e é cobrada a todas as empresas no setor automotivo, sendo esta mandatória para fechamento de contratos. Neste cenário, a reciclagem dos RSs da indústria automotiva, foi utilizado o método de Wuppertal para comprovar GAs e GEs.

A reciclagem dos RSs aumentou o ciclo de vida dos materiais e contribuiu de forma orquestrada na redução de recursos naturais necessários aos processos produtivos da indústria. Desta forma, o método de Wuppertal apresentou GEs com o processo de reciclagem e GAs, demonstrando vantagens ambientais e econômicas positivas na indústria automotiva.

Desta forma, a reciclagem de RSs nas indústrias automotivas ainda requer atenção e conscientização com avanços positivos, na cobrança das normas aplicadas a preservação do meio ambiente, onde encontra alternativas para reduzir os impactos ambientais neste segmento.

REFERÊNCIAS BIBLIOGRÁFICAS

ABNT. ASSOCIAÇÃO BRASILEIRA DE NORMAS TÉCNICAS. **NBR 10004**: resíduos sólidos – classificação. Rio de Janeiro, 2004.

ABNT. ASSOCIAÇÃO BRASILEIRA DE NORMAS TÉCNICAS. **NBR 12235**: Armazenamento de resíduos sólidos perigosos. Rio de Janeiro, 1992.

ABNT. ASSOCIAÇÃO BRASILEIRA DE NORMAS TÉCNICAS. **NBR 13221**: Transporte terrestre de resíduos. Rio de Janeiro, 2023.

ABNT. ASSOCIAÇÃO BRASILEIRA DE NORMAS TÉCNICAS. **NBR ISO 14001**: sistemas da gestão ambiental: requisitos com orientação para uso. Rio de Janeiro, 2015.

ABRELPE. **Panorama dos Resíduos Sólidos no Brasil 2022**. Disponível em: <https://edisciplinas.usp.br/pluginfile.php/7758785/mod_resource/content/1/Panorama_Abrelpe_2022.pdf>. Acesso em: 10 mai. 2024.

AGOSTINI, J.; BUSATO, M. A. Coleta e Separação de Materiais Recicláveis Potencialidades e Limitações de Associações de Catadores. **Research, Society and Development**, v. 11, n. 2, 2022. Disponível em: <<http://dx.doi.org/10.33448/rsd-v11i2.25260>>. Acesso em: 10 mai. 2024.

ALVES, M. S. **Indústria 4.0**: o lastro da transformação digital da indústria automobilística nos contextos global e brasileiro. 2018. 168f. Dissertação (Mestrado em Economia) - Programa de Pós-Graduação em Economia. Universidade Federal da Bahia, Salvador, 2018. Disponível em: <<https://repositorio.ufba.br/bitstream/ri/30385/1/Disserta%C3%A7%C3%A3o%20-%20Moira%20S%20Alves.pdf>>. Acesso em: 8 jun. 2024.

ANDRADE, C. E. S. **Os Desafios da Engenharia de Produção Frente às Demandas Contemporâneas**. Ponta Grossa: Atena, 2020.

ANDRIETTA, E. P.; DIAS, R. B. Programa Rota 2030: perspectivas de transformação cadeia produtiva automotiva e impactos na economia brasileira. **In: XXVIII Congresso {virtual} de Iniciação Científica da Unicamp**. Campinas, 2020. Disponível

em:<<https://www.prp.unicamp.br/inscricao-congresso/resumos/2020P16938A34757O454.pdf>>. Acesso em: 06 jun.2024.

ANJOS, E. D. F. **A Educação Ambiental Como Forma de Alcance do Princípio da Sustentabilidade**. 2015. 154f. Dissertação (Mestrado em Ciência Jurídica) - Programa de Pós-Graduação em Ciências Jurídicas. Universidade do Vale Do Itajaí – Univali, Itajaí, 2015. Disponível em: <<http://siaibib01.univali.br/pdf/Ester%20Dorcas%20Ferreira%20dos%20Anjos.pdf>>. Acesso em: 18 mai. 2024.

BARDUZZI, J.; OLIVEIRA NETO, G. C.; VIEIRA JUNIOR, M. Desenvolvimento do Projeto para o Meio Ambiente em uma Empresa Metalúrgica: vantagens econômicas e ambientais por meio de substituição do óleo de corte do processo de estampagem. **In: XI Simpósio de Excelência em Gestão e Tecnologia - SEGeT**. Rio de Janeiro, 2014. Disponível em: <<https://www.aedb.br/seget/arquivos/artigos14/28820289.pdf>>. Acesso em: 16 mai. 2024.

BRASIL. Constituição (1988). **Constituição da República Federativa do Brasil**: texto constitucional promulgado em 5 de outubro de 1988, com as alterações determinadas pelas Emendas Constitucionais de Revisão nos 1 a 6/94, pelas Emendas Constitucionais nos 1/92 a 91/2016 e pelo Decreto Legislativo no 186/2008. Brasília: Senado Federal, Coordenação de Edições Técnicas, 2016. 496p. Disponível em: <https://www2.senado.leg.br/bdsf/bitstream/handle/id/518231/CF88_Livro_EC91_2016.pdf>. Acesso em: 23 fev. 2024.

BRASIL. Ministério do Meio Ambiente. Lei nº 6.938, de 31 de agosto de 1981. Dispõe sobre a Política Nacional do Meio Ambiente, seus fins e mecanismos de formulação e aplicação, e dá outras providências. **Diário Oficial da República Federativa do Brasil**, Brasília, 31 ago. 1981. Disponível em: <http://www.planalto.gov.br/ccivil_03/LEIS/L6938.htm>. Acesso em: 20 fev. 2024.

BRASIL. Ministério do Meio Ambiente. Conselho Nacional de Meio Ambiente. Resolução CONAMA nº 313 de 29 outubro de 2002. **Diário Oficial da República Federativa do Brasil**, Brasília, 22 nov. 2002. Disponível em: <<http://www2.mma.gov.br/port/conama/legiabre.cfm?codlegi=335>>. Acesso em: 23 abr. 2024.

BRASIL. Presidência da República - Casa Civil - Subchefia para Assuntos Jurídicos. Lei nº 12.305/10, que institui a Política Nacional de Resíduos Sólidos (PNRS) Institui a Política Nacional de Resíduos Sólidos; altera a Lei no 9.605, de 12 de fevereiro de 1998; e dá outras providências. **Diário Oficial da República Federativa do Brasil**, Brasília, 02 ago. 2010. Disponível em: <http://www.planalto.gov.br/ccivil_03/_ato2007-2010/2010/lei/l12305.htm>. Acesso em: 10 fev. 2024.

CANDIDO, G. M.; KAMINSKI, C. Uso de Ferramentas de Inovação na Engenharia Automotiva no Processo de Blindagem Veicular Civil com Base no Programa Rota 2030 no Brasil. In: XXII Congresso Brasileiro de Inovação e Gestão de Desenvolvimento de Produto, **Blucher Engineering Proceedings**, v. 2, pp. 501-514, Brasília, 2019. Disponível em: <<http://dx.doi.org/10.5151/cbgdp2019-38>>. Acesso em: 06 jun. 2024.

CLARO JUNIOR, J. A.; SANTOS, L. B. Estado e Indústria Automobilística no Brasil: análise das políticas inovar-auto e rota 2030. **ENTRE-LUGAR**, v. 11, n. 21, pp. 101–127, 2020. Disponível em: <<https://doi.org/10.30612/el.v11i21.12051>>. Acesso em: 07 jun. 2024.

COIMBRA, N. S. **Sistema de Reciclagem de Veículos em Final de Vida**: uma proposta ambientalmente mais sustentável para o cenário brasileiro. 2017. 102f. Dissertação (Mestrado Profissional em Engenharia de Produção) - Programa de Pós-Graduação em Engenharia de Produção. Universidade Federal do Rio Grande do Sul, 2017. Disponível em: <<https://lume.ufrgs.br/bitstream/handle/10183/163266/001024249.pdf>>. Acesso em: 11 fev. 2024.

CORREIA, J. M. F.; OLIVEIRA NETO, G. C. Ganhos Ambientais e Econômicos na Adoção de Logística Reversa em uma Empresa de Construção Civil. In: **XII Simpósio de Excelência em Gestão e Tecnologia - SEGeT**. Rio de Janeiro, 2015. Disponível em: <<https://www.aedb.br/seget/arquivos/artigos15/27822317.pdf>>. Acesso em: 02 mai. 2024.

ESTEVES, M. G.; HENKES, J. A. Implementação de Sistemas de Gestão Ambiental no Meio Empresarial: avaliação da utilização do ISO 14001 como ferramenta de melhoria de desempenho empresarial em indústrias no estado de São Paulo. **Revista Gestão e Sustentabilidade Ambiental**, v. 5, n. 1, pp. 453-472, abr./set., Florianópolis,

2016. Disponível em: <<http://dx.doi.org/10.19177/rgsa.v5e12016453-472>>. Acesso em: 14 fev. 2024.

FACHIN, O. **Fundamentos de Metodologia**. 6ed. São Paulo: Saraiva, 2017.

FERREIRA, C. S.; POLTRONIERI, C. F.; GEROLAMO, M. C. ISO 14001:2015 and ISO 9001:2015: analyze the relationship between these management systems standards and corporate sustainability. **Gest. Prod.**, v. 26, n. 4, São Carlos, 2019. Disponível em: <<https://doi.org/10.1590/0104-530x3906-19>>. Acesso em: 05 fev. 2024.

FRANQUETO, R.; DELPONTE, A. A.; FRANQUETO, R. Gerenciamento de Resíduos Gerados em Postos de Combustíveis: o caso de uma empresa na região sul do estado do paraná. **Revista de Engenharia e Tecnologia**, v. 10, n. 3, Ponta Grossa, 2018. Disponível em: <<https://revistas2.uepg.br/index.php/ret/article/download/12047/209209210307/>>. Acesso em: 02 mai. 2024.

GIL, A. C. **Como Elaborar Projetos de Pesquisa**. 6ed. São Paulo: Atlas, 2017.

LAZAROTTO, D.; IBDAIWI, T. K. R.; ALMEIDA, D. M.; COSTA, V. M. F.; LOPES, L. F. D.; SANTOS, R. C. T. Gestão Ambiental sob a  tica de um Centro Automotivo: um estudo de caso na cidade de Santa Maria/RS. **Revista Eletrônica em Gestão, Educa o e Tecnologia Ambiental – REGET**, v. 18, n. 2, pp. 846-858, Santa Maria, 2014. Disponível em: <<http://dx.doi.org/10.5902/2236117013631>>. Acesso em: 28 abr. 2024.

LYRA, J. M. B. **Gestão Ambiental – NBR ISO 14001**: estudo em empresas certificadas no estado da paraíba. 2019. 91f. Disserta o (Mestrado em Recursos Naturais) - Programa de Pós-gradua o em Recursos Naturais. Universidade Federal de Campina Grande, 2019. Disponível em: <<http://dspace.sti.ufcg.edu.br:8080/jspui/bitstream/riufcg/3733/3/J%C3%89SSICA%20MORAIS%20BRAGA%20LYRA%20%E2%80%93%20DISSERTA%C3%87%C3%83O%20%28PPGRN%29%202019.pdf>>. Acesso em: 16 fev. 2024.

MARCO-FERREIRA, A.; JABBOUR, C. J. C. Relacionando Níveis de Maturidade em Gestão Ambiental e a Ado o de Práticas de Green Supply Chain Management: convergência teórica e estudo de múltiplos casos. **Gest. Prod.**, v. 26, n. 1, São Carlos,

2019. Disponível em: < <https://doi.org/10.1590/0104-530x1822-19>>. Acesso em: 23 abr. 2024.

MARQUES, T. A. A. L. **O Empresariado e a Agenda Automotiva**: programa Rota 2030 – mobilidade e logística. 2023. 102f. Dissertação (Mestrado em Sociologia) - Programa de Pós-Graduação em Sociologia. Universidade Federal Fluminense, 2023. Disponível em: <<https://app.uff.br/riuff/bitstream/handle/1/29270/Disserta%c3%a7%c3%a3o%20Final%20Tamara%20Anita%20Alves%20Lima%20Marques.pdf?sequence=1&isAllowed=y>>. Acesso em: 06 jun. 2024.

MARTINS, S. A.; BITTENCOURT NETO, A. L. Estudo Reflexivo Sobre a Importância da Gestão Ambiental no Cenário Empresarial. **RevistaFT**, v. 26, n. 127, 2023, Rio de Janeiro. Disponível em: <<https://doi.org/10.5281/zenodo.8429053>>. Acesso em: 26 abr. 2024.

MARTINS, A. V.; ALMEIDA JUNIOR, M. A.; SOUSA, M. C.; AIELLO, S. C.; SANTOS, T. L. T.; LOBO, R. Vantagens da Implementação de Polímeros na Indústria Automobilística. **RevistaFT**, v. 27, n. 122, 2023, Rio de Janeiro. Disponível em: <<https://doi.org/10.5281/zenodo.7973990>>. Acesso em: 06 fev. 2024.

MASOUMI, S. M.; KAZEMI, N.; ABDUL-RASHID, S. H. Sustainable Supply Chain Management in the Automotive Industry: a process-oriented review. **Journal MDPI Sustainability**, v. 11. n. 14, pp. 1-30, 2019. Disponível em: < <https://doi.org/10.3390/su11143945>>. Acesso em: 16 abr. 2024.

MELO, L. S.; BARROSO, F. A.; SOUZA, G. H.; SOUSA, M. F.; ALMEIDA NETO, O. C.; CAVALCANTI, V. Y. S. L. Gases Poluentes Derivados de Veículos Automotores no Parque Sólido de Lucena. **Revista Campo do Saber**, v. 4, pp. 82-105, 2018. Disponível em: <<https://periodicos.iesp.edu.br/campodosaber/article/view/146>>. Acesso em: 06 jun. 2024.

MELLO, D. P.; EL-DEIR, S. G.; SILVA, R. C. P.; SANTOS, J. P. O. **Resíduos Sólidos**: gestão pública e privada. Recife: EDUFRPE, 2018.

NAKAGAWA, M. H. **101 Dias com Ações mais Sustentáveis para Mudar o Mundo**. São Paulo: Labrador, 2018.

NASCIMENTO, F. P.; SOUSA, F. L. L. **Metodologia da Pesquisa Científica Teoria e Prática**: como elaborar TCC. 2ed. Fortaleza: INESP, 2017.

NUNES, I. L. S.; PESSOA, L. A.; EL-DEIR, S. G. **Resíduos Sólidos**: os desafios da gestão. Recife: EDUFRPE, 2019.

OLIVEIRA, M. B. M.; SOUZA, C. C.; LUNA, M. J. M. (org.). **Gestão Ambiental**: diálogos em sustentabilidade. Recife: Ed. UFPE, 2019.

OLIVEIRA, T. C. A.; MOTA, I. O.; MONTORO, S. R.; BANDEIRA, C. F. Plásticos no Meio Ambiente: impacto do descarte inadequado. **Congresso Brasileiro de Ciências e Saberes Multidisciplinares**, n. 1, pp. 1–8, 2022, Rio de Janeiro. Disponível em: <<https://conferencias.unifoa.edu.br/tc/article/view/62>>. Acesso em: 06 mai. 2024.

PEDRONI, M. O. **A Chegada da Fiat no Brasil: Uma Nova Entrante no Oligopolizado Mercado Automobilístico Brasileiro (1970 a 1973)**. 2019. 159f. Dissertação (Mestrado em História) - Programa de Pós-graduação em História. Pontifícia Universidade Católica de São Paulo, 2019. Disponível em: <<https://tede2.pucsp.br/bitstream/handle/22874/2/Marcos%20OImos%20Pedroni.pdf>>. Acesso em: 7 jun. 2024.

PEREIRA, D. (org.). **A Transversalidade da Prática do Profissional de História 2**. Ponta Grossa: Atena, 2019.

PIRES, F.; PINTO, L. F. R.; LEITE, R. R.; AMORIM, M. P. C.; Oliveira Neto, G. C. Avaliação Econômica e Ambiental na Adoção de Logística Reversa de Plástico e Alumínio. **Anais do XXXVII Encontro Nacional de Engenharia de Produção (ENEGEP)**, Alagoas, 2018. Disponível em: <http://www.abepro.org.br/biblioteca/TN_STO_266_527_35076.pdf>. Acesso em: 16 abr. 2024.

RIBAS, J. R.; VICENTE, T. V. S.; ALTAFF, J. G.; TROCCOLI, T. R. Integração de Ações na Gestão Sustentável. **REAd. Rev. eletrôn. adm.**, v. 23, n. 2, pp. 31-57, Porto Alegre, 2017. Disponível em: <<https://doi.org/10.1590/1413.2311.112.58086>>. Acesso em: 28 abr. 2024.

RIDELENSKY, M. C. **Veículos Elétricos como Alternativa para a Redução de Emissões de CO₂ eq** - fatores aceleradores e desaceleradores na implementação desta tecnologia. 2023. 71f. Dissertação (Mestrado em Auditoria Ambiental) - Programa de Pós-graduação em Auditoria Ambiental. Universidade Santa Cecília, 2023. Disponível em: <https://unisanta.br/arquivos/mestrado/auditoriaambiental/dissertacoes/Dissertacao_MARCELODACOSTARIDELENSKY588.pdf>. Acesso em: 16 fev. 2024.

ROLDÃO, A. J. L. N.; NINA, M. M.; SANTOS, D. I. P.; CALDAS, M. R. A. Disposición Final de Resíduos Sólidos em Brasil. **Revista Latino-Americana De Ambiente Construído & Sustentabilidade**, v. 4, n. 17, 2023. Disponível em: <<https://doi.org/10.17271/rlas.v4i17.4563>>. Acesso em: 06 abr. 2024.

ROZEN, M. **A Revolução na Indústria de Veículos e de Autopeças no Brasil: a partir dos anos 1980**. Jaguariúna: Paym, 2023.

SABATINI, R.; WANDERLEY, T. **Cidades Lixo Zero**. Florianópolis: Instituto Lixo Zero Brasil, 2021.

SANTOS, G. N. C.; BERNARDES, M. B. J. Turismo Sustentável e Educação Ambiental: dois importantes aliados na promoção do desenvolvimento sustentável. **Caderno de Geografia**, v. 29, n. 58, Belo Horizonte, 2019. Disponível em: <<https://doi.org/10.5752/P.2318-2962.2019v29n58p673-686>>. Acesso em: 05 mai. 2024.

SARAFIN, C. S.; LOURENCO, F. D.; BUENO, G. K. P.; OLIVEIRA, L. F.; FERREIRA, M. F.; SIEBEN, P. G.; BILIK, C. Descarte de Resíduos nas Empresas Automotivas. **Revista Gestão, Tecnologia e Inovação**, v. 2, pp. 47-54, 2018. Disponível em: <<http://www.opet.com.br/faculdade/revista-engenharias/pdf/n3/Artigo1-n3-Priscila.pdf>>. Acesso em: 08 fev. 2024.

SCHEFFER, E. O. **Diagnóstico do Sistema de Gerenciamento de Resíduos Sólidos nas Instituições de Ensino Superior: um estudo de caso na universidade do estado de santa catarina**. 2018 117f. Dissertação (Mestrado em Planejamento Territorial Desenvolvimento Socioambiental) - Programa de Pós-Graduação do Centro de Ciências Humanas e da Educação. Universidade do Estado de Santa Catarina,

Florianópolis, 2018. Disponível em: <<https://sistemabu.udesc.br/pergamumweb/vinculos/00004f/00004f7d.pdf>>. Acesso em: 8 jun. 2024.

SILVA, C. R. **Análise da Efetividade da Política Nacional de Resíduos Sólidos nos Municípios do Litoral do Paraná, Considerando os Aspectos Socioambientais Curitiba**. 2018. 158f. Dissertação (Mestrado em Meio Ambiente e Desenvolvimento) - Programa de Pós-graduação em Meio Ambiente e Desenvolvimento. Universidade Federal do Paraná, 2018. Disponível em: <<https://www.prppg.ufpr.br/signa/visitante/trabalhoConclusaoWS?idpessoal=38602&idprograma=40001016029P1&anobase=2018&idtc=18>>. Acesso em: 26 abr. 2024.

SILVA, D. C. P.; CARVALHO, M. R. Logística de Transporte e Distribuição de Mercadorias. **Revista Científica Unilago**, pp. 1-8, São Jose do Rio Preto, 2021. Disponível em: <<https://revistas.unilago.edu.br/index.php/revista-cientifica/article/view/560/368>>. Acesso em: 06 jun. 2024.

SILVA, R. A. **Proposta de um Modelo de Registro Corporativo de Resíduos como Ferramenta de Suporte à Implementação de um Plano de Gerenciamento de Resíduos Sólidos em Empresa de Médio Porte**. 2020. 119f. Dissertação (Mestrado em Desenvolvimento de Tecnologia) - Programa de Pós-graduação em Desenvolvimento de Tecnologia. Instituto de Tecnologia para o Desenvolvimento (LACTEC), 2020. Disponível em: <https://lactec.org.br/wp-content/uploads/2021/01/SILVA_ROSINDA-ANGELA-DA.pdf>. Acesso em: 04 mai. 2024.

SILVEIRA, A. L. **De Volta ao Ciclo: tecnologias para a reciclagem de resíduos**. Curitiba: InterSaberes, 2021.

SILVEIRA, J. H. P. (org.). **Sustentabilidade e Responsabilidade Social**. v.3, Belo Horizonte: Poisson, 2017.

SOUZA, G. L. V. **Avaliação dos Ganhos Econômicos e Ambientais da Aplicação de Radiação Ultra Violeta para o Controle de Contaminação Microbiológica de Fluido de Corte**: experimento no setor de usinagem. 2019. 91f. Dissertação

(Mestrado em Engenharia de Produção) - Programa de Pós-Graduação em Engenharia de Produção. Universidade Nove de Julho, 2019. Disponível em: <<https://bibliotecatede.uninove.br/handle/tede/2211>>. Acesso em: 10 jun. 2024.

SOUZA, S. M. **Avaliação Ambiental em um Processo de Dual Sourcing Aplicado na Indústria Automotiva**. 2016. 107f. Dissertação (Mestrado em Engenharia de Produção) - Programa de Pós-Graduação em Engenharia de Produção. Universidade Nove de Julho, 2016. Disponível em: <<https://bibliotecatede.uninove.br/bitstream/tede/1523/2/Silvio%20Mauricio%20de%20Souza.pdf>>. Acesso em: 15 abr. 2024.

SZIGETHY, L.; ANTENOR, S. **Resíduos Sólidos Urbanos no Brasil**: desafios tecnológicos, políticos e econômicos. IPEA - Centro de Pesquisa em Ciência, Tecnologia e Sociedade, 2021. Disponível em: <<https://www.ipea.gov.br/cts/pt/central-de-conteudo/artigos/artigos/217-residuos-solidos-urbanos-no-brasil-desafios-tecnologicos-politicos-e-economicos>>. Acesso em: 7 jun. 2024.

TREVISAN, M.; NASCIMENTO, L. F.; MADRUGA, L. R. da R. G.; NEUTZLING, D. M.; FIGUEIRÓ, P. S.; BOSSLE, M. B. Ecologia Industrial, Simbiose Industrial e Ecoparque Industrial: conhecer para aplicar. **Revista Eletrônica Sistemas & Gestão**, v. 11, n. 2, pp. 204–215, 2016. Disponível em: <<https://doi.org/10.20985/1980-5160.2016.v11n2.993>>. Acesso em: 21 abr. 2024.

TULIO, L. (org.). **Gestão de Resíduos Sólidos 3**. Ponta Grossa: Atena Editora, 2019.

VASCONCELOS, G.; PIMENTEL, M. S. Análise do Disclosure dos Custos e Investimentos Ambientais das Empresas Potencialmente Poluidoras que Compõem o Índice de Sustentabilidade Empresarial da B3. **Revista Gestão Ambiental e Sustentabilidade**, v. 7, n. 2, pp. 210-229, São Paulo, 2018. Disponível em: <<https://doi.org/10.5585/geas.v7i2.705>>. Acesso em: 28 abr. 2024.

VIANINI, F. M. N. **Planejando a Ultrapassagem**: políticas industriais e setor automotivo no Brasil e na China. 404f. 2018. Tese (Doutorado em História) - Programa de Pós-graduação em História. Universidade Federal de Juiz de Fora, 2018. Disponível em: <<https://www2.ufjf.br/ppghistoria//files/2019/12/Fernando-Vianini-Planejando-a-Ultrapassagem-Tese-1.pdf>>. Acesso em: 8 jun. 2024.

WOLFFENBÜTTEL, R. F. Políticas Setoriais e Inovação: entraves e incentivos ao automóvel elétrico no Brasil. **Rev. Bras. Inov.**, v. 21, pp. 1-34, 2022, Campinas. Disponível em: <<https://doi.org/10.20396/rbi.v21i00.8665264>>. Acesso em: 6 jun. 2024.

WUPPERTAL. **Calculating MIPs, Resources Productivity of Products and Services**, 2014. Disponível em: <https://wupperinst.org/uploads/tx_wupperinst/MIT_2014.pdf>. Acesso em: 16 abr. 2024.

YAMAUCHI, G.; TOURINHO, A. O. Indústria e Território na Região do Grande ABC nos Últimos 70 Anos: questões sobre a crise de um modelo. **Brazilian Journal of Development**, v.7, pp. 91234-91256, 2021.

ZARO, M. (org.). **Desperdício de Alimentos: velhos hábitos, novos desafios**. Caxias do Sul: Educs, 2018.