

POLIPROPILENO RECILADO EM PEÇAS NÃO ESTÉTICAS NA INDÚSTRIA AUTOMOTIVA

**Esthefane Belém Macedo Gomes
Guilherme Herrera Forvile
Jeferson Soares Motta
João Oliveira Santos Neto
Luana Vitória Chacão
Pablo Carvalho dos Santos
Tiago Alexandre Moraes Jacob**

**Professora orientadora: Lucelia Mildemberger, Me.
1º Período – Curso de Bacharelado em Engenharia de Software – Campus São José dos Pinhais**

RESUMO

A Economia Circular é fundamental para enfrentar desafios globais como mudanças climáticas, perda de biodiversidade, resíduos e poluição. O objetivo geral deste artigo é planejar a integração do polipropileno reciclado na fabricação de peças não estéticas na indústria automotiva. Os objetivos específicos são: analisar as causas do problema, levantar as alternativas de solução e elaborar a proposta de solução. Como metodologia adotou-se a pesquisa de campo e para o embasamento teórico utilizou-se a pesquisa bibliográfica, para a coleta de dados foi utilizada a entrevista informal, para a análise das causas foi utilizado o *brainstorming* e o diagrama de Ishikawa, para a busca de alternativas de solução foi aplicado o *benchmarking* e para a elaboração do plano de ação foi utilizado o 5W2H. Os principais conceitos teóricos que dão base para a pesquisa são a Política Nacional de Resíduos Sólidos, Economia Circular e seus princípios, Polipropileno Reciclado e o seu processo de reciclagem e impactos diretos e indiretos do uso do polipropileno na indústria. Os principais resultados esperados são redução na emissão de CO₂ e custos além de uma melhoria de imagem pública.

Palavras-chave: Polipropileno reciclado; Sustentabilidade; Economia Circular.

ABSTRACT

Circular Economy is fundamental to facing global challenges such as climate change, biodiversity loss, waste, and pollution. The overall objective of this article is to plan the integration of recycled polypropylene into the manufacturing of non-aesthetic parts in the automotive industry. The specific objectives are: analyze the causes of the problem, identify alternative solutions, and develop the solution proposal. The methodology adopted involves field research for data collection, literature review for theoretical framework, informal interviews for data gathering, brainstorming and Ishikawa diagram for cause analysis, benchmarking for alternative solution search, and 5W2H for action plan development. The main theoretical concepts that underpin the research include the National Solid Waste Policy, Circular Economy and its principles, Recycled Polypropylene and its recycling process, and direct and indirect impacts of polypropylene use in the industry. The main expected results are a reduction in CO₂ emissions and costs in addition to an improvement in public image.

Keywords Recycled polypropylene; Sustainability; Circular Economy.

1. INTRODUÇÃO “MÃOS NA MASSA”

A reciclagem do polipropileno e seu uso na indústria automotiva representam um tema de extrema importância no contexto atual, onde a busca por práticas sustentáveis e economia circular é cada vez mais premente. O polipropileno reciclado emerge como uma alternativa viável para reduzir o impacto ambiental da indústria automotiva, ao mesmo tempo em que promove a sustentabilidade e a eficiência econômica. “Os materiais usualmente conhecidos como “plásticos” experimentaram, ao longo da segunda metade do século XX, uma evolução espetacular, tanto nas propriedades e características que apresentam quanto nas inúmeras aplicações que encontram na vida diária” (Zanin; Mancini, 2009, p. 09). Essa citação contextualiza a importância do polipropileno reciclado na indústria automotiva, pois tem uma grande diversidade de aplicação.

A sustentabilidade, neste contexto, é cada vez mais crucial para o desenvolvimento de produtos e processos industriais. A sustentabilidade, de acordo com a ONU (2020, np), “o desenvolvimento sustentável é o desenvolvimento que encontra as necessidades atuais sem comprometer a habilidade das futuras gerações de atender suas próprias necessidades.”

A economia circular, por sua vez, destaca a importância de fechar o ciclo de vida dos materiais, garantindo sua reutilização e reciclagem. Segundo a fala de MacArthur (2015, p.15), “Em um sistema circular, os resíduos se tornam recursos e a lógica é restaurativa. É um novo paradigma em que não se extrai, se restaura e se reutiliza. A economia circular é uma necessidade, não uma opção.”

Este artigo é composto, além da introdução e das considerações finais, por mais quatro seções, sendo “Vivenciando a Indústria”, onde será explorado o contexto atual da indústria automotiva; “Trocando Ideias”, onde serão discutidas as possíveis estratégias de integração do polipropileno reciclado; “Hora de Falar”, onde serão apresentados os resultados e análises obtidos; e “Próximo Nível”, onde serão delineadas as direções futuras para a pesquisa nesta área.

1.1 IDENTIFICAÇÃO DA EMPRESA

Com o objetivo de identificar a empresa estudada são apresentados os dados cadastrais nesta subseção.

Nome fantasia da empresa: RENAULT DO BRASIL S.A

CNPJ: 00.913443/0001-73

Ramo de atividade: Indústria Automotiva

Localização: Av. Industrial 1164, Roseira de São Sebastião, São José dos Pinhais – PR, 83070-205 (Renault S.A., 2024)

1.2 CONTEXTO ATUAL DA SITUAÇÃO NA EMPRESA

O Grupo Renault (Renault S.A. 2024) atualmente é composto por 4 marcas, sendo elas; Renault, Dacia, Renault Samsung Motors e Alpine. Em 1998 a Renault chega ao Brasil, instalada em São José dos Pinhais e conhecida como Complexo Ayrton Senna (CAS).

O complexo Ayrton Senna é composto por duas fábricas, veículos de passeios (CVP) e veículos utilitários (CVU), com respectivas capacidades de produção de 320 mil e 60 mil ao ano. Possui mais de um milhão de veículos exportados, sendo um referente exportador para a América Latina. Conta com cerca de 5300 funcionários em um espaço de 2,5 milhões de metros quadrados, sendo que 40% desse espaço são de mata preservada (Renault S.A. 2024).

Com um propósito de melhorar a sustentabilidade, o problema tratado neste estudo é a baixa utilização de material reciclado nas peças automotivas não estéticas na Renault.

1.3 OBJETIVOS

Neste artigo foram definidos um objetivo geral e três objetivos específicos.

1.3.1 Objetivo Geral

O objetivo geral é planejar a integração do polipropileno reciclado na fabricação de peças não estéticas na indústria automotiva.

1.3.2 Objetivos Específicos

Os objetivos específicos que contribuem para atingir o objetivo geral são:

- a) Analisar as causas do problema;
- b) Levantar as alternativas de solução;
- c) Elaborar a proposta de solução.

1.4 METODOLOGIA

Para a realização deste artigo foram utilizados a pesquisa de campo, pesquisa bibliográfica, pesquisa internet, entrevista informal, *brainstorming*, diagrama de Ishikawa, Matriz GUT, *benchmarking* e 5W2H.

A pesquisa de campo é necessária para que o pesquisador delimite o objeto de pesquisa, fazendo a ponte entre aquilo que já se sabe e o desconhecido, formulando assim várias hipóteses (Perdigão et al., 2012).

Segundo Mattar (2008), a pesquisa de campo exige uma preparação teórica e prática, podendo ser realizada através de pesquisas ou observações, além do pesquisador poder atuar somente como espectador, pode interagir como entrevistador para compreender a situação. Lembrando que em alguns momentos há necessidade de voltar a posição para garantir a cientificidade dos dados obtidos. A pesquisa de campo foi essencial para a coleta de dados diretamente com a Renault, proporcionando um melhor entendimento prático e específico sobre o problema, a aplicação do material e impacto na produção.

A pesquisa bibliográfica é uma fonte tradicional para a pesquisa de textos teóricos, de artigos que corroborem a hipótese proposta e de documentos que possam interessar na pesquisa (Mattar, 2008). A pesquisa bibliográfica foi usada

para estabelecer uma base teórica para o artigo e como um meio de apoiar argumentos com evidências.

A pesquisa na Internet devido à sua abundância e disponibilidade imediata é utilizada para encontrar informações, dados ou recursos (Mattar, 2008). A pesquisa na Internet foi usada para complementar o artigo com informações atuais.

A entrevista informal, de acordo com Gil (2007), é o método de entrevista menos estruturado, de modo simples, visa uma conversação com o objetivo básico de coleta de dados e uma visão geral do problema. A entrevista informal nos auxiliou para reunir informações sobre a situação da empresa e da sua proposta apresentada.

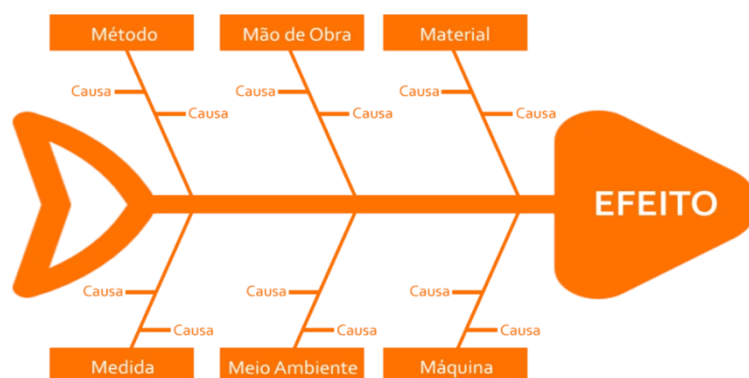
O brainstorming é uma técnica que consiste em ajudar um grupo de pessoas a produzir o máximo de ideias em um curto período, o seu objetivo é estimular a participação do grupo e obter ideias sobre um tema complexo identificando possíveis causas e soluções (Santos, 2011).

Segundo Lélis (2012) o diagrama de Ishikawa ou espinha de peixe é uma ferramenta criada para o controle de qualidade e é usada para identificar as causas de um desvio de qualidade, buscando as circunstâncias e analisando aquilo que se convencionou chamar de 6Ms, os quais são:

- a) Materiais: quantidade insuficiente, qualidade ruim;
- b) Mão de obra: desqualificada, desmotivada;
- c) Método: procedimentos, normas;
- d) Máquina: ausência de equipamento, máquina quebrada;
- e) Medição: ausência verificação, processo de risco monitoramento;
- f) Meio ambiente: temperatura, umidade.

O diagrama de Ishikawa foi utilizado no artigo para encontrar todos os possíveis problemas em torno do polipropileno dentro da indústria. De acordo com a figura 1, o diagrama de Ishikawa.

Figura 1: Diagrama de Ishikawa




Fonte: Na Prática (2024)

Para auxiliar os gestores na tarefa de priorizar problemas, a Matriz GUT apresenta-se como uma ferramenta simples e eficiente de análise de prioridades com base na Gravidade, Urgência e Tendência que os problemas representam para a organização (Lucinda, 2010) de acordo com a Figura 2. A matriz GUT será utilizada neste estudo para priorizar as causas do problema.

Figura 2: Critérios da Matriz de GUT

Defina suas prioridades com

MATRIZ GUT



NOTA	GRAVIDADE	URGÊNCIA	TENDÊNCIA
1	Sem gravidade	Pode esperar	Não mudar nada
2	Pouco grave	Pouco urgente	Piorar em longo prazo
3	Grave	O mais rápido possível	Piorar em médio prazo
4	Muito grave	É urgente	Piorar em curto prazo
5	Extremamente grave	Precisa ser resolvido já	Piorar rapidamente

PROBLEMA	GRAVIDADE	URGÊNCIA	TENDÊNCIA	GRAU CRÍTICO (G x U x T)	SEQUÊNCIA DE ATIVIDADES
Atraso na entrega	4	4	3	48	2
Capacitação da equipe de vendas	3	3	1	9	4
Defeitos na produção da embalagem	5	5	5	125	1
Aumento do consumo de água	3	2	5	30	3

siteware

Fonte: Siteware (2024)

O benchmarking é usado no mundo industrial como uma busca contínua por melhores práticas internas e de organização, com o objetivo de acelerar a aprendizagem e ter vantagens de competição sustentável (Corrêa, 2017). O benchmarking foi usado como alternativa de solução para os problemas identificados pela organização.

O 5W2H é uma ferramenta de qualidade utilizada no mapeamento de processos que consiste em responder a sete perguntas: “O que?”, “Por que?”, “Onde?”, “Quando?”, “Quem?”, “Como?” e “Quanto custa?”. Esta ferramenta permite buscar soluções e dividir os problemas entre responsáveis, estabelecendo um prazo para que eles sejam cumpridos (Lautenchleger; Fleck; Stamm, 2015). A ferramenta foi utilizada no estudo para garantir que os objetivos e os recursos necessários sejam definidos por todos os envolvidos.

1.5 FUNDAMENTAÇÃO TEÓRICA

Nesta seção são fundamentados os principais conceitos que embasam este trabalho. A fundamentação teórica é composta pelos conceitos da Política Nacional de Resíduos Sólidos, Economia Circular e seus princípios, Polipropileno Reciclado, processo de reciclagem do polipropileno e os impactos diretos e indiretos do uso do polipropileno na indústria.

1.5.1 Política Nacional de resíduos Sólidos

A Lei Federal 12.305, datada de 2 de agosto de 2010, oficializou a implementação da Política Nacional de Resíduos Sólidos, a qual foi posteriormente regulamentada pelo Decreto de número 7.404/2010 (Brasil, 2010). Anos mais tarde, em 12 de janeiro de 2022, o Decreto nº 10.936 revogou as disposições do anterior. A Política Nacional de Resíduos Sólidos propõe ações para evitar e diminuir a produção de resíduos, incentivando a adoção de práticas de consumo consciente e disponibilizando mecanismos para aumentar a reciclagem e o reuso de materiais recicláveis, bem como para garantir o descarte adequado dos resíduos não recicláveis (Barbosa, 2019).

1.5.2 Economia Circular

Segundo Fontgalland (2022) apesar da economia linear ser predominante, a economia circular tem um grande papel para as próximas gerações.

De acordo com Cunha (2023), o conceito de sustentabilidade visa o uso dos recursos naturais sem que haja o esgotamento de tais, principalmente visando a próxima geração.

1.5.3 Princípios da economia circular

De acordo com Macarthur (2015), o primeiro princípio da economia circular é a eliminação de resíduos e a poluição. Devido à predominância da economia linear atual, as matérias-primas extraídas frequentemente se convertem resíduos, que

são tratados de maneira inadequada por meio de disposição em aterros, incineração ou simplesmente se perdem.

Ainda conforme Macarthur (2015), o segundo princípio da economia circular é a circulação de produtos e materiais. Esse princípio visa manter seus materiais em seu maior valor, ou seja, reutilizá-los de acordo com a finalidade para que foi criado. Se a sua reutilização não for possível ainda se pode utilizá-lo como componente ou matéria-prima. Dessa forma, nada se torna resíduo e o valor intrínseco dos produtos e materiais é retido.

O terceiro tópico, e não menos importante, está a regeneração da natureza. De uma forma que tudo aquilo que é retirado da natureza seja repostado novamente usando os métodos necessários eficientes da economia circular (Macarthur, 2015).

Segundo Berardi e Dias (2018, p.36), “um dos princípios-chave da EC envolve a manutenção e preservação de recursos, valor e tempo com minimização dos impactos”.

1.5.4 Polipropileno Reciclado

O polipropileno reciclado, também conhecido como PP reciclado, é um material que pode ser atribuído a diversas aplicações como embalagens, automóveis, têxteis, entre outros. Atualmente a indústria automotiva possui um interesse maior no investimento de processos de reciclagem de plásticos como o polipropileno devido ao seu grande consumo de plásticos no mercado, criando assim um interesse das indústrias nas atividades relacionadas à proteção ambiental, redução de consumo de recursos naturais, diminuição de emissão de gases e a redução de acúmulo de resíduos (Fernandes; Domingues, 2007).

A principal fonte do PP reciclado são as embalagens de água, vinagre, tampas de refrigerante, embalagens de produtos de limpeza e higiene pessoal etc. O PP reciclado é um material que apresenta alta resistência mecânica, química, excelente estabilidade, durabilidade e é considerado um termoplástico pois pode ser moldado através do aquecimento e enrijecido com o resfriamento. A grande vantagem do PP reciclado é o seu baixo custo, por este motivo é utilizado para a

fabricação de amortecedores e outros atributos dos carros, como para-choques e porta-luvas (Magrini et al., 2012).

1.5.5 Processo de reciclagem do polipropileno

O processo de reciclagem do polipropileno pode ser dividido em três abordagens principais: mecânica, química e energética. Na reciclagem mecânica, o plástico é selecionado, moído e reprocessado para criar grânulos ou peças recicladas, podendo incluir aditivos para melhorar suas prioridades. Na reciclagem química, ocorre a despolimerização do plástico, resultando em material similar ao material virgem. Já na reciclagem, energética, o plástico é queimado controladamente para aproveitar energia. Além de economizar recursos, a reciclagem também reduz os resíduos plásticos (Zanin; Mancini, 2009).

A reciclagem mecânica é um método acessível que passa por várias etapas. Inicialmente, ocorre a seleção dos resíduos poliméricos com base na densidade, visando obter material reciclado de alta qualidade, com impurezas limitadas a menos de 1% em massa. Em seguida, os resíduos são triturados em “pellets” durante a moagem para facilitar o processamento, sendo a uniformidade crucial para uma fusão dos materiais moídos e a transformação em novos produtos, utilizando técnicas como extrusão e injeção, resultando em produtos com propriedades semelhantes aos polímeros virgens, contribuindo para a economia circular e sustentabilidade ambiental (Spinacé; Paoli, 2005).

1.5.6 Impactos diretos e indiretos do uso do polipropileno na indústria

O polipropileno é um material versátil e amplamente utilizado na indústria devido às suas propriedades únicas. Seus impactos na indústria têm sido significativos, trazendo benefícios e desafios ao mesmo tempo. “O polipropileno é utilizado em aplicações de vida curta, o que implica que uma grande quantidade de resíduo é gerada em um curto período de tempo” (Fortuna, 2020, p. 29).

Atualmente existe um acúmulo de resíduos plásticos que acabam impactando o meio ambiente, conforme mencionado por Zucarino (2010, p. 4), “O resultado

prático de toda essa poluição por plásticos é o que os microplásticos estarão na água que bebemos e nos alimentos que os humanos consomem e nos adoecerá. Vale lembrar que todo desequilíbrio ambiental não transitório é culpa do bicho-homem”. Devido a esses impactos, diversas empresas e indústrias têm adotado um controle maior sobre reciclagem, buscando caminhos para que o uso do polipropileno seja menos prejudicial e reutilizável.

2. VIVENCIANDO A INDÚSTRIA

Nesta seção são apresentadas as principais justificativas, que mostram a razão da escolha do problema real da indústria e a análise e priorização das causas do problema.

2.1 JUSTIFICATIVA DO PROBLEMA

A baixa utilização de material reciclado na produção de peças automotivas é uma questão crítica devido ao impacto ambiental significativo associado ao uso de polipropileno virgem, de acordo com estudos 1Kg de PP reciclado gera de 0,7Kg a 1Kg de CO₂ já o PP virgem com a mesma massa gera de 1,7Kg a 3Kg de CO₂ realizando uma redução de 68% na emissão de CO₂. Atualmente, a empresa está descartando aproximadamente 5 milhões de copos plásticos que geram 16,8 toneladas de polipropileno que podem ser inseridos na produção. Esta diferença representa uma grande oportunidade de reduzir as emissões de CO₂ da empresa. Esta mudança não só ajudaria a reduzir o impacto ambiental, mas também fortaleceria o compromisso da empresa com práticas sustentáveis e inovadoras (APR, 2018).

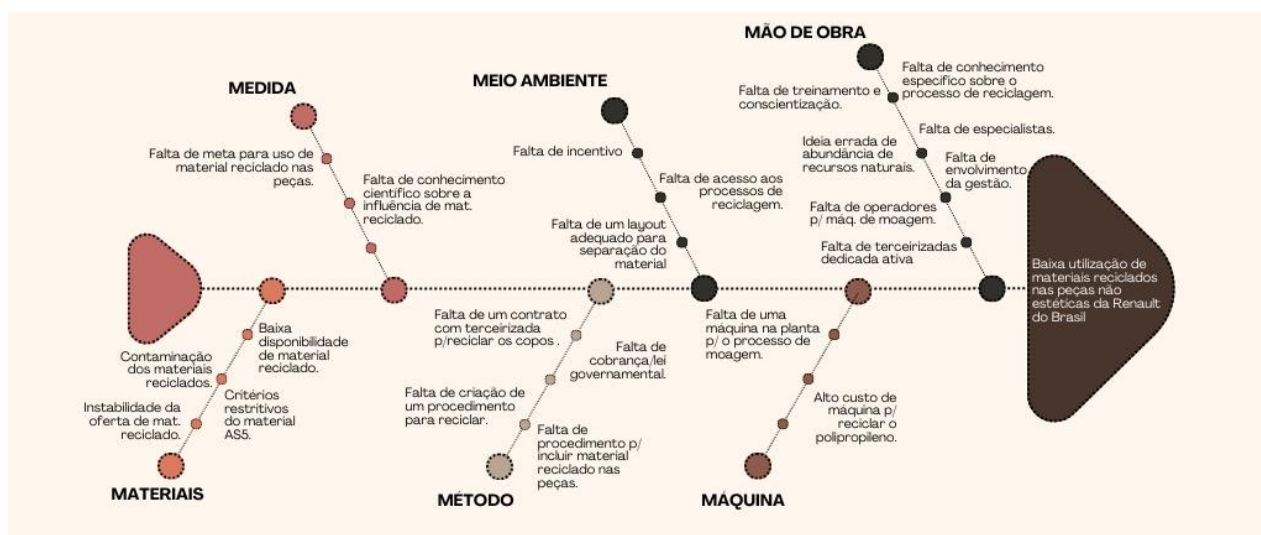
2.2 CAUSAS PRIORIZADAS DO PROBLEMA

Nesta subseção são apresentadas as causas levantadas por meio do diagrama de Ishikawa e as causas priorizadas por meio da Matriz GUT.

O levantamento das causas do problema realizado utilizando-se o *brainstorming* e a organizando as causas no diagrama de Ishikawa, nas categorias

método, mão de obra, máquina, meio ambiente, medição e materiais, é apresentado na figura 3:

Figura 3: Diagrama de Ishikawa



Fonte: Os autores (2024)

Todas as causas levantadas no diagrama de Ishikawa foram listadas na Matriz GUT e priorizadas, aplicando-se os critérios descritos no item 1.4, são apresentadas no quadro 1:

Quadro 1 - Matriz GUT para priorização das causas

CAUSA	GRAVIDADE	URGENCIA	TENDENCIA	GxUxT
Falta de procedimento para incluir material reciclado nas peças	5	5	5	125
Baixa disponibilidade de material reciclado	5	4	4	80
Instabilidade da oferta de material reciclado	5	4	4	80
Falta de envolvimento da gestão e a dedicação de terceirizadas	5	4	4	80
Ideia errada de abundância de recursos naturais	5	4	4	80
Falta de envolvimento da gestão	5	4	4	80
Falta de um contrato com terceirizado para reciclar os copos	5	4	4	80

INOVA + (Repositório Digital)

Falta de incentivo	3	4	4	48
Falta de criação de procedimento para reciclar	3	4	3	36
Falta de treinamento e conscientização	3	4	3	36
Falta de um layout adequado para separação dos materiais	3	3	3	27
Falta de meta para uso de material reciclado nas peças	3	2	3	18
Falta de cobrança / lei governamental	3	2	3	18
Contaminação dos materiais reciclados	4	4	1	16
Alto custo de máquina para reciclar o polipropileno	3	2	2	12
Falta de acesso aos processos de reciclagem	2	2	2	8
Falta de uma máquina na planta para o processo de moagem	2	2	2	8
Falta de operadores para máquina de moagem	2	1	2	4
Falta de especialistas	2	1	1	2
Falta de conhecimento científico sobre a influência de material reciclado	1	1	1	1
Crítérios restritivos dos materiais AS5	1	1	1	1
Falta de conhecimento específico sobre o processo de reciclagem	1	1	1	1

Fonte: Os autores (2024)

O critério adotado, em função dos recursos disponíveis, para a tratativa das causas é a linha de corte igual a 125 pontos sendo ela a falta de procedimento para incluir material reciclado nas peças porque a ausência de procedimentos impede a empresa de ter uma constatare melhora em relação a sua pegada de carbono e processos.

3. TROCANDO IDEIAS

Nesta seção são apresentadas as alternativas de solução para o problema real da indústria.

3.1 ALTERNATIVAS DE SOLUÇÃO

As alternativas de solução para as causas priorizadas foram levantadas por meio do *benchmarking* em organizações ou estudos de caso publicados, conforme o quadro 2:

Quadro 2 - Alternativas de solução

Organização / estudo de caso	Qual era o problema / desafio?	O que foi feito?	Como foi feito?	Qual foi o resultado?
Nike (Nike 2019)	Redução da emissão de carbono	Uso de materiais reciclados e sustentáveis em seus novos produtos	Criação de programas de reciclagem, transformação de produtos antigos e resíduos de fabricação em novos produtos	Aumentou o uso de materiais reciclados em 50% e 80% dos resíduos gerados são reciclados
Ambev (Ambev 2022)	Preservar e neutralizar seu impacto na natureza	Criação de embalagens com produtos reciclados	Criação da embalagem do produto Guaraná Antártica lançado em 2012 sendo 100% reciclável de material PET	Redução de resíduos sólidos e economia de recursos naturais.
Ikea (Ikea 2024)	Reduzir desperdícios e implementar a economia circular	Uso de plásticos, madeira e têxteis reciclados na fabricação de móveis.	Parcerias com outras organizações para reciclagem e coleta de materiais recicláveis e implementação de materiais recicláveis na fabricação.	Redução da intendência de plástico virgem, redução de desperdício, redução da emissão de CO2.

Fonte: Os autores (2024)

4. HORA DE FALAR

Nesta seção é apresentado o plano de ação com a descrição detalhada das ações propostas para a solução do problema e/ou desafio.

4.1 PROPOSTA DE SOLUÇÃO

De acordo com os dados obtidos durante a entrevista informal apresentada pelo Sr. Beraldi (2024), considerando a quantidade de material disponível, foi escolhido a utilização do material reciclado para a fabricação do extrator de ar. Essa peça possui um peso médio de 0,07 kg e para garantir que as propriedades da peça não sejam comprometidas foi sugerido a utilização apenas 20% de polipropileno reciclado, o que corresponde a apenas 0,014 kg de material.

Ao utilizar essa quantidade de polipropileno reciclado, considerando uma média de 16,8 toneladas de material reciclado disponível, seria possível produzir um equivalente de aproximadamente 1.200.000 peças. Isso significa que, ao aproveitar esse material reciclado de forma eficiente, poderíamos aumentar

significativamente a quantidade de peças produzidas, contribuindo para a redução do desperdício e para a sustentabilidade do processo de fabricação.

4.2 PLANO DE AÇÃO

As ações propostas para a solução do problema são apresentadas por meio do 5W2H, conforme quadro 3:

Quadro 3 - Plano de ação

O QUE?	POR QUÊ?	COMO?	QUEM?	QUANDO?	ONDE?	QUANTO CUSTA?
Criar processo para adequação de confecção de produtos	Para contribuição ambiental através do uso do material reciclado	Realizando estudos para aplicação do processo	Engenheiro de produtos	De 01 de agosto de 2024 a 30 de agosto de 2024	No Renault	4 horas semanais do engenheiro de produtos
Aplicação do processo com toda equipe responsável	Para padronização de processo e equipe	Através de treinamento e palestras	Supervisor de produção e supervisor de meio ambiente	A partir de 01 setembro de 2024	No Renault	3 horas semanais de toda a equipe
Validação do escopo	Para verificar se o processo está sendo realizado da forma correta e se está dando resultado	Através de indicadores	Supervisor de produção e supervisor de qualidade	A partir de dezembro de 2024	No Renault	2 horas semanais dos supervisores

Fonte: Os autores (2024)

4.3 RESULTADOS

De acordo com os cálculos realizados na justificativa do problema um dos resultados esperados é a redução na emissão de CO₂ em até 68% dos níveis emitidos atualmente, redução de custos para a empresa devido a diferença nos valores do material virgem para o material reciclado, a melhoria na imagem pública da empresa e influenciar outras empresas do mesmo ramo a tomarem atitudes semelhantes visando a sustentabilidade.

5. PRÓXIMO NÍVEL

Como sugestão para pesquisas futuras este artigo propõe a utilização de diferentes materiais reciclado na produção de outras peças e a avaliação da viabilidade econômica do emprego desses materiais, a expansão do uso de polipropileno reciclado em componentes internos e externos. Sugere-se também a recuperação eficiente de polímeros de veículos ao final de sua vida útil e a inovação em design sustentável podendo assim explorar o uso de matéria-prima reciclada para melhoria de eficiência de combustível e redução de peso.

6. CONSIDERAÇÕES FINAIS

Os objetivos deste estudo foram atingidos através de uma abordagem sistemática e integrada, que combinou diversas metodologias relacionadas à sustentabilidade e economia circular. Inicialmente a Política Nacional dos Resíduos Sólidos proporcionou o arcabouço legal e regulatório para a gestão adequada de resíduos na empresa. Em seguida os princípios da Economia Circular, com ênfase na redução, reutilização e reciclagem de materiais. O uso do Polipropileno (PP) reciclado foi selecionado como estudo de caso, considerando seu processo de reciclagem e os impactos diretos e indiretos de sua aplicação na indústria automotiva.

A metodologia utilizada desempenhou um papel crucial na obtenção dos resultados deste estudo. A Política Nacional dos Resíduos Sólidos estabeleceu uma base sólida para a implementação de práticas de gestão de resíduos, enquanto os princípios da Economia Circular orientaram as estratégias para um ciclo de vida mais sustentável dos produtos. A investigação sobre o Polipropileno (PP) reciclado possibilitou uma análise detalhada de seu processo de reciclagem, desde a coleta até sua reintegração no ciclo produtivo. Além disso, a avaliação dos impactos diretos e indiretos do uso de PP reciclado na indústria proporcionou *insights* valiosos sobre os benefícios ambientais e econômicos dessas práticas.

Este estudo trouxe ganhos teóricos e práticos significativos tanto para os alunos quanto para a empresa. Os estudantes puderam aprofundar seus conhecimentos sobre sustentabilidade, economia circular e gestão de resíduos,

além de compreender a complexidade e a importância da reciclagem de materiais específicos como o Polipropileno (PP). Na prática, os alunos tiveram a oportunidade de aplicar esses conceitos em um contexto real, desenvolvendo habilidades analíticas e de resolução de problemas. Para a empresa, os benefícios incluíram a identificação de oportunidades para aprimorar suas práticas de gestão de resíduos e aumentar a sustentabilidade de suas operações. A adoção de Polipropileno (PP) reciclado não apenas contribuirá para a redução do impacto ambiental, mas também poderá resultar em economias de custo e melhorar a imagem da empresa perante seus clientes e parceiros.

REFERÊNCIAS

AMBEV. **Sustentabilidade e Inclusão Produtiva**. Disponível em: <https://www.ambev.com.br/sustentabilidade-e-inclusao-produtiva>. Acesso em: 04 jun. 2024.

BARBOSA, R. M. **Política Nacional de Resíduos Sólidos**. Maringá: Martins Barbosa Editora, 2019.

BERARDI, P.; DIAS, J. M. **O Mercado da Economia Circular**: Como os negócios estão sendo afetados pelo modelo que substitui o linear e como serão ainda mais a médio e longo prazos. São Paulo: GV-Executivo, 2018.

BERALDI, D. **Economia Circular e Sustentabilidade Reciclagem dos Copos Plásticos Descartáveis**. [Entrevista concedida a] Turma de engenharia de software - Unisenai. São José dos Pinhais, 10 abr. 2024.

BRASIL. **Lei nº 12.305, de 2 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. Diário Oficial da União: seção 1, Brasília, DF, 3 ago. 2010.

CORRÊA, H. L. **Administração de Produção e Operações**: O essencial. 3. ed. São Paulo: Atlas, 2017.

CUNHA, F. B. **Economia Circular: Tributação e sustentabilidade lado a lado**: Análise das Legislações Brasileiras e Espanhola. São Paulo: Dialética, 2023.

FERNANDES, B. L.; DOMINGUES, A. J. **Caracterização Mecânica de Polipropileno Reciclado para a Indústria Automotiva**. Curitiba: PUC-PR, 2007.

FONTGALLAND, I. L. **Economia Circular e Consumo Sustentável**. Campina Grande: Ampila, 2022.

FORTUNA, A. L. L. **Impactos Ambientais dos Plásticos**: biopolímeros como alternativa para a redução do acúmulo de embalagens flexíveis de Polipropileno no meio ambiente. Rio de Janeiro, UFRJ/EQ, 2020.

GIL, A. C. **Como Elaborar Projetos de Pesquisa**. 4. ed. São Paulo: Atlas, 2007.

IKEA. **The IKEA Sustainability Strategy**. Disponível em: <https://www.ikea.com/gb/en/this-is-ikea/climate-environment/the-ikea-sustainability-strategy-pubfea4c210>. Acesso em: 20 mai. 2024.

LAUTENCHLEGER, E. P.; FLECK, D.; STAMM, P. R. **Ferramentas da Qualidade**: Uma Abordagem Conceitual. Horizontina: FAHOR 2015.

LÉLIS, E. C. **Gestão da Qualidade**. São Paulo: Pearson, 2012.

LUCINDA, M. A. **Qualidade – Fundamentos e Práticas**. Rio de Janeiro: Bibliomundi Serviços Digitais, 2010.

MACARTHUR, E. **Rumo à economia circular**: O racional de negócio para acelerar a transição. Ellen MacArthur *Foundation*, 2015.

MAGRINI, A.; MELO, C. K.; CASTOR JÚNIOR, C. A.; GAIOTO, C. C.; SANTOS, D. P. dos; BORGES, G.; ROSA, I. da S.; DELGADO, J. J. S.; PINTO, J. C.; SOUZA, M. N.; OLIVEIRA, M. C. B. R.; SOUZA, P. N.; MELO JÚNIOR, P. A.; ADERNE, R.; VASCONCELOS, S. M. R. **Impactos Ambientais Causados Pelos Plásticos**. Rio de Janeiro: E-papers, 2012.

MATTAR, J. **Metodologia Científica na Era da Informática**. São Paulo: Saraiva, 2008.

Na Prática, SOARES, V. **Diagrama de Ishikawa**: o que é, para que serve e como usar. Disponível em: <https://www.napratica.org.br/diagrama-de-ishikawa/>. Acesso em: 06 de mai. 2024.

NIKE, Inc. **Move to Zero**: A journey toward zero carbon and zero waste. Nike News, Beaverton, 19 set. 2019. Disponível em:

<https://about.nike.com/en/newsroom/releases/nike-move-to-zero-climate-change-initiative>. Acesso em: 23 mai. 2024.

ONU. **A ONU e o meio ambiente**. Disponível em: <https://brasil.un.org/pt-br/91223-onu-e-o-meio-ambiente>, setembro 2020. Acesso em: 10 de mai. 2024.

PERDIGÃO D. M.; HERLINGER, M.; WHITE, O. M.; FRANCESCHINI, A. **Teoria Prática da Pesquisa Aplicada**. Rio de Janeiro: Elsevier, 2012.

APR. **LIFE CYCLE IMPACTS FOR POSTCONSUMERRECYCLED RESINS: PET, HDPE, AND PP**, dezembro 2018. Disponível em: <https://plasticsrecycling.org/images/library/2018-APR-LCI-report.pdf>. Acesso em: 2 jul. 2024.

RENAULT S.A. **A Renault no Brasil**. Disponível em: <https://www.renault.com.br/renault-no-brasil.html>. Acesso em: 30 de abr. 2024.

RENAULT S.A. **Renault Group**. Disponível em: <https://www.renaultgroup.com/en/our-company/heritage/>, 2024. Acesso em: 30 de abr. 2024.

SANTOS, M. B. **Mudanças Organizacionais: Métodos e Técnicas Para a Inovação**. 3. ed. Curitiba: Juruá Editora, 2011.

Siteware, RABELLO, G. **Como utilizar a matriz GUT ou matriz de priorização de processos?** Disponível em: <https://www.siteware.com.br/blog/metodologias/matriz-gut/>. Acesso em: 02 de mai. 2024.

SPINACÉ, M. A. da S.; PAOLI, M. A. de. **A tecnologia da reciclagem de polímeros**. São Paulo: Sociedade Brasileira de Química, 2005.

ZANIN, M.; MANCINI, S. D. **Resíduos plásticos e reciclagem: Aspectos gerais e Tecnologia**. São Paulo: EdUFSCar, 2009.

ZUCARINO, C. A. **Resíduos Plásticos - Parte de uma crise planetária: Poluição dos Oceanos**. Rio de Janeiro: Brasport, 2010.



Esta obra está licenciada com Licença Creative Commons Atribuição-Não Comercial 4.0 Internacional.
[Recebido/Received: Abril 30, 2023; Aceito/Accepted: Agosto 29, 2023]