

GERENCIAMENTO DE RESÍDUOS SÓLIDOS POLIMÉRICOS EM UMA INDÚSTRIA DE PEÇAS AUTOMOTIVAS: ESTUDO DE CASO

Nathã Rony Pereira

Natha.Pereira@fatec.sp.gov.br

Natiane Candra Mulinari

Natiane.Mulinari@fatec.gov.sp.br

Flávia Morini Garcia

flaviamorini@ufscar.br

Prof. Silvia Panetta Nascimento

silvia.nascimento@fatec.gov.sp.br

Fatec - Itapetininga

RESUMO: A gestão de resíduos e a prática da gestão ambiental aplicada nos processos é fundamental para minimizar os impactos ambientais e reduzir custos. No presente trabalho foi realizado um estudo de caso sobre o gerenciamento de resíduos sólidos poliméricos em uma empresa de peças automotivas na região de Itapetininga-SP, visando analisar se a empresa destina os resíduos corretamente em conformidade com a lei vigente. Apresenta, como metodologia, uma revisão bibliográfica apoiada em diversos autores e uma visita de campo para a aplicação do questionário semiestruturado e a coleta de dados necessários para o desenvolvimento da pesquisa e realização da análise das práticas do Sistema de Gestão Ambiental (SGA) da empresa. Por meio das respostas obtidas, observou-se que a empresa possui um SGA estruturado e busca soluções para estar em conformidade com as leis vigentes do país implementando melhorias no processo, sendo possível praticar a reciclagem dos resíduos poliméricos de polipropileno (PP) e desenvolver ações para a reciclagem dos resíduos poliméricos de Acrinolitrla Butadieno Estireno (ABS). Contudo, apesar da reciclagem adotada pela empresa, cerca 20,7% de material PP não são reciclados e retornados ao processo, mas que são coletados por uma empresa terceirizada, a qual se encarrega do tratamento e a destinação final.

Palavras-chave: Reciclagem. Regulamentação. Sistema de Gestão Ambiental.

POLYMERIC SOLID WASTE MANAGEMENT IN AN AUTOMOTIVE PARTS INDUSTRY: CASE STUDY

ABSTRACT: Waste management and the practice of environmental management applied in processes are essential to minimize environmental impacts and reduce costs. In the present work, a case study was carried out on the management of solid polymeric waste in an automotive parts company in the region of Itapetininga-SP, analyzing whether the company disposes of waste correctly in accordance with current law. The methodology presents an improved bibliographical review of several authors and a field visit to apply the semi-structured questionnaire and collect the data necessary for developing the research and carrying out the analysis of the practices of the company's Environmental Management System (EMS). Through the responses obtained, it is observed that the company has a structured EMS and seeks solutions to comply with the laws in force in the country, implementing improvements in the process, making it possible to recycle Polypropylene (PP) polymeric waste and develop actions to the recycling of polymeric waste of Acrinolitrla Butadiene Styrene (ABS). However, despite the recycling requested by the company, around 20.7% of the PP material is not recycled and returned to the process, but is collected by an outsourced company or is responsible for the treatment and final disposal.

Keywords: Environmental management system. Recycling. Regulation.

1 INTRODUÇÃO

Em meados da década de 60, com o crescimento da industrialização e o aumento da população mundial, as indústrias expandiram sua capacidade produtiva e realizaram melhorias em seu processo com foco na qualidade de seus produtos. Como consequência, houve um aumento no consumo de energia elétrica, armazenagem e movimentação das substâncias químicas resultando na falta de percepção com a preservação do meio ambiente e a integridade da comunidade local. (FERREIRA; TAMBOURGI, 2009).

Ainda, a ausência da gestão sobre os resíduos sólidos urbanos traz como consequências sérios problemas socioambientais, pois é habitual, em grande parte das cidades brasileiras, o descarte de resíduo sólido em ambientes urbanos como terrenos baldios, margens de rodovias e lixões a céu aberto, que trazem consigo riscos à saúde da população local, além da degradação visual que deixa a cidade propensa a desenvolver doenças epidemiológicas. (SILVA; PELÁ; BARREIRO, 2013).

A Política Nacional de Resíduos Sólidos (PNRS), estabelecida pela Lei 12.305/10 é o principal mecanismo legal no Brasil destinado a regulamentar a gestão de resíduos sólidos, pois apresenta princípios, objetivos, ferramentas e diretrizes para o enfrentamento integrado, além das responsabilidades impostas pelo governo, e a disposição final que se deve dar a esses resíduos de forma

ambientalmente adequada. (FERREIRA, 2022).

Além disso, o descarte correto dos resíduos é fundamental para o meio ambiente pois, havendo resíduos descartados de forma inadequada, poderão ocorrer graves consequências criminais como descreve o Artigo 54 da Lei nº 9.605 de 12 de fevereiro de 1998 da Constituição. Este dispõe sobre as sanções penais e administrativas provenientes de condutas e atividades danosas ao meio ambiente, pois na ocorrência de poluição de qualquer natureza que possa resultar em danos à saúde humana, mortandade de animais ou destruição significativa da flora, haverá a detenção de um a quatro anos, além de multa. (BRASIL, 1998).

O presente trabalho analisa o método de descarte de resíduos sólidos poliméricos no ramo de injeção plástica dentro de uma indústria de peças automobilísticas visando identificar se está em conformidade com a Política Nacional de Resíduos Sólidos (PNRS), analisando os seguintes dados: quantidades (em massa) de resíduos descartados, sua classificação de acordo com a legislação brasileira e investigará a destinação dada aos referidos resíduos. Ainda, avalia o Sistema de Gestão Ambiental da empresa estudada, e como este contribui para a sustentabilidade dos processos.

2 REVISÃO DE LITERATURA

2.1 INDÚSTRIA DE PEÇAS AUTOMOTIVAS NO BRASIL

A indústria automobilística teve um crescimento na industrialização do século XX, após a Primeira Guerra Mundial, quando a produção manual dos veículos foi realocada pela fabricação em massa devido aos métodos de fabricação aprimorados por Henry Ford (Ford) e Alfred Sloan (General Motor). Destacaram-se pela transformação das empresas por eles dirigidas em gigantes industriais, contribuindo com o progresso econômico dos EUA. (NASCIMENTO, 2016).

Após a Segunda Guerra Mundial, com o aumento das melhorias nos processos produtivos de produção, aumentaram as vendas de veículos fabricados pelas indústrias Ford e sua concorrente General Motors, o que levou alguns estudiosos a chamarem de Primeira Revolução do Automóvel, as décadas de 30 e 40. Com o desenvolvimento da indústria, houve a instalação de novas fábricas em inúmeras cidades americanas, expandindo-se a indústria automobilística em proporções mundiais. O mercado automobilístico brasileiro, até a II Guerra Mundial, era suprido por importações vindas dos Estados Unidos e, mesmo com instalações de fábricas em território nacional, utilizava-se material importado com mão-de-obra a um custo menor (Ibid.).

Na década de 1950, a indústria automotiva se implantou de forma decisiva no país, impulsionada pelos incentivos do governo brasileiro. (VARGAS; BUNDE, 2021). Com os incentivos dados pelo Estado, a indústria automobilística brasileira alavancou ao longo do tempo, ocorrendo períodos de expansões, estabilidade e retração. O contínuo

crescimento do setor automobilístico no Brasil durante a década de sua implantação (1957-1967) foi relevante para a economia do país (Ibid.).

De forma dinâmica, a produção local vivenciou um aumento sistemático em suas instalações até a chegada da crise do petróleo, conhecida como a década perdida de 1980. Em meados da década de 1990, a industrialização passou por transformações globais, com sua internacionalização e a modularização, e o aumento dos investimentos fora dos países centrais. Esse período teve grande importância interna marcando a reestruturação produtiva do país. (PUGA; CASTRO, 2018).

Atualmente, as principais montadoras do ramo automobilístico estão com suas plantas instaladas no Brasil. As cinco maiores montadoras em produção mundial são: Toyota, Volkswagen, Hyundai, General Motors (GM) e Ford. No Brasil, as três maiores montadoras com vendas brutas são: Fiat Chrysler Automobiles (FCA), a General Motors (GM) e a Volkswagen. Nota-se que a FCA tem maior importância relativa, devido o país ter maior parcela de consumo de veículo, sendo o segundo maior mercado no segmento automobilístico (Ibid.).

A indústria automobilística é relevante para a economia em vários aspectos, pois é importante geradora de empregos, apresentando importantes cadeias produtivas e investimentos em inovação. Globalmente, a indústria tem passado por diversas transformações que afetam sua configuração produtiva, e no início dos anos 2000 ocorreu

um novo período de crescimento no Brasil. (PUGA; CASTRO, 2018).

Neste contexto, a economia brasileira está ligada à industrialização automobilística desde sua criação e formação. Em termos quantitativos nos últimos anos, a indústria representou 5% do produto interno bruto (PIB) e mais de 20% do PIB na indústria de transformação. (NASCIMENTO, 2016).

De acordo com a Organização Internacional dos Fabricantes de Automóveis (OICA), o décimo maior produtor e o oitavo maior mercado consumidor mundial é o mercado brasileiro, mantendo a posição de quarto maior mercado até 2014. (PUGA; CASTRO, 2018).

2.2 CLASSIFICAÇÃO DE RESÍDUOS

Em 1750, a revolução industrial marcou o surgimento de fábricas de bens de consumo em massa. Paralelamente, houve um aumento de novas embalagens introduzidas no mercado, levando ao aumento substancial no volume e diversidade de resíduos urbanos. Apesar disso, na medida em que as cidades cresciam, havia uma diminuição da disponibilidade de áreas para despejar o lixo. Com o tempo, a poluição provocada pela sujeira acumulada tornou-se um problema significativo, resultando na poluição do solo, da água e do ar. Isso tem causado graves problemas de saúde para as pessoas em todo o mundo e um golpe prejudicial ao meio ambiente, (NASCIMENTO, 2016).

No entanto, uma mudança começou na segunda metade do século XX, pois a população mundial foi despertada para o

estado do planeta devido ao aumento da prevalência de questões como o buraco na camada de ozônio e o aquecimento global. Assim, a preocupação com o meio ambiente tem aumentado, principalmente no que diz respeito à geração e destinação final de resíduos (Ibid.).

Os resíduos compreendem os restos de ações humanas que são consideradas desnecessárias, descartáveis ou indesejadas pelos indivíduos que as provocaram. Normalmente, os resíduos existem como uma massa semisólida ou semilíquida que carece de fluidez suficiente para permitir que se mova livremente. Para determinar o melhor aproveitamento ou destinação final do lixo, é necessário conhecer a sua origem e classificação, conforme as descrições apresentadas no Quadro 1 (BITENCOURT *et al.*, 2013).

Quadro 1 - Classificação do Lixo.

Lixo Domiciliar	Resíduos sólidos de atividades residenciais
Lixo Comercial	Resíduos sólidos das áreas comerciais
Lixo Público	Resíduos sólidos de produto de limpeza pública
Lixo de serviços saúde	Resíduos hospitalares, ambulatoriais e farmácias
Lixo Industrial	Resíduos produzidos pela indústria
Lixo Agrícola	Resíduos das atividades agrícolas e da pecuária
Lixo Entulho	Resíduos da construção civil

Fonte: Bitencourt *et al.* (2013, p. 25).

De acordo com a Associação Brasileira de Normas Técnicas (ABNT), a NBR

10.004:2004, implementada para o gerenciamento e descarte adequado, determina que resíduos sólidos e semissólidos são materiais provenientes de atividades humanas, como as atividades industriais, domésticas, hospitalares, comerciais, agrícolas e de serviços de varrição, que não possuem mais utilidade e precisam ser descartados. Esses resíduos podem ser sólidos, como embalagens, restos de alimentos, papéis, plásticos, entre outros, ou semissólidos, como lodos de esgoto, resíduos de hospitais, entre outros. (ABNT, 2004).

A norma NBR 10.004:2004 determina que os resíduos podem ser classificados em quatro classes: Classe I - Perigosos, que apresentam periculosidade em função de suas características físicas. Classe II - Não perigosos que são resíduos que não apresentam periculosidade, mas que podem ter características como inflamabilidade, corrosividade, reatividade, toxicidade ou outras que exigem cuidados especiais no gerenciamento e descarte final. Classe II A - não inertes, são resíduos que podem apresentar propriedades de biodegradação e apresentar solubilidade em água. Classe II B - inertes, esses resíduos não apresentam periculosidade e podem ser depositados em aterros sanitários específicos sem riscos ao ambiente e a saúde pública. A norma também fornece orientações sobre a segregação e acondicionamento adequados dos resíduos, bem como sobre os procedimentos para o transporte, armazenamento temporário, tratamento e disposição final, contribuindo para a segurança dos trabalhadores

envolvidos na gestão de resíduos e para a proteção do meio ambiente. (ABNT, 2004).

A mesma norma fornece uma série de termos técnicos utilizados nesse contexto. A seguir são apresentadas algumas das principais definições presentes na ABNT NBR 10004: “Resíduo” é qualquer material, substância, objeto ou bem descartado resultante de atividades humanas em sociedade, a qual seu detentor se desfaz ou tem a intenção/ obrigação de se desfazer. “Classificação de resíduos” é o processo de identificar e separar os resíduos sólidos de acordo com suas características e propriedades, como inflamabilidade, corrosividade, reatividade, toxicidade e patogenicidade. “Resíduo perigoso”: resíduo que apresenta características de inflamabilidade, corrosividade, reatividade, toxicidade ou patogenicidade, que representam riscos à saúde pública e ao meio ambiente. “Resíduo não perigoso”: todo aquele que não possui características de inflamabilidade, corrosividade, reatividade, toxicidade ou patogenicidade que o tornem perigoso para a saúde pública e o meio ambiente (Ibid.).

O “resíduo inerte” é o que não sofre transformações físicas, químicas ou biológicas significativas e não possui substâncias solubilizáveis em concentrações superiores aos padrões de potabilidade da água, não sendo capaz de causar poluição ambiental. “Lixiviado” é o líquido percolado através de um resíduo ou solo contaminado, resultante da interação entre a água e os resíduos, podendo conter substâncias tóxicas e poluentes.

“Solubilização”: Processo no qual uma substância é dissolvida ou extraída de um resíduo por meio de um solvente (Ibid.).

Conhecer a classificação dos resíduos e o potencial risco associado a cada tipo é fundamental para tomar decisões adequadas em relação ao seu tratamento, transporte, armazenamento e destinação final. Dessa forma, é possível adotar medidas de segurança e preservação ambiental de acordo com as características e impactos potenciais de cada classe de resíduo, promovendo uma gestão mais eficiente e sustentável. (CÂNDIDO *et al.*, 2016).

2.3 POLÍTICA NACIONAL DE RESÍDUOS SÓLIDOS (PNRS)

A industrialização tem impactado o meio ambiente desde a Primeira Revolução Industrial, com o início da geração de descarte e resíduos. No decorrer do tempo, esse modelo de gestão ocasionou o acúmulo de resíduos e o descarte inadequado, causando impactos ambientais. (PROTEGEER, 2017).

Por muitos anos, no Brasil, ocorreu a ausência de gestão de resíduos, pela falta de leis determinantes e com diretrizes para que os resíduos fossem gerenciados de maneira adequada. Em agosto de 2010, o Presidente da República sancionou a Lei Federal nº 12.305, que instituiu a Política Nacional de Resíduos Sólidos (PNRS). A lei tem como o objetivo a responsabilidade dos indivíduos com o meio ambiente, promovendo cooperativas e bens utilizando a logística reversa (PEREIRA NETO *et al.*, 2011).

A Política Nacional de Resíduos Sólidos definiu o que são considerados resíduos sólidos: materiais, substâncias ou objetos que sejam resultantes de atividades humanas; e o destino da atividade: em estado sólido ou semissólido e envasado em esgoto ou corpos d'água, ou exijam tecnologia e soluções técnicas. (BRASIL, 2010).

A Política Nacional dos Resíduos Sólidos tem como intuito implementar a metodologia que os resíduos proporcionem a agregação de valor, fortalecendo a competitividade produtiva, e direcionando a uma gestão de resíduos consciente e aprimorada. (Ibid.).

Um dos principais objetivos da Lei 12.305/2010 é a segurança ambiental e a saúde pública, reutilizar, reciclar e tratar os resíduos sólidos destinando em locais apropriados, estimulando a sustentabilidade na sociedade. Além disso, adotar tecnologias limpas para minimizar os impactos ambientais e incentivar a indústria práticas de reciclagem, utilizando insumos e matérias primas procedentes de recicláveis e reciclados. (BRASIL, 2010).

Estão sujeitos à observância da lei as pessoas físicas ou jurídicas, de direito público ou privado, responsáveis, direta ou indiretamente, pela geração de resíduos sólidos e as que desenvolvam ações relacionadas à gestão integrada ou ao gerenciamento de resíduos sólidos. De acordo com o Capítulo VI do artigo 51, qualquer um que fizer a inobservância da lei e realizar atividades infratoras que possam ser lesivas ao meio ambiente poderá ser punido com

sanções penais e administrativas. (BRASIL, 2010).

Os resíduos podem ser classificados visando a destinação adequada e segura, não gerando impactos ambientais. Sendo assim, com relação à origem são considerados: resíduos domiciliares, resíduos industriais, resíduos de serviço de saúde. Os resíduos de periculosidade são aqueles que podem ser perigosos apresentando riscos de saúde pública e ambiental e os não perigosos não há riscos. Na classificação de composição destacam-se os resíduos orgânicos e inorgânicos (Ibid.).

No conceito introduzido pela PNRS também pode ser observada a logística reversa, que é um sistema que possibilita a coleta e a devolução de resíduos sólidos ao setor empresarial com o objetivo de reaproveitá-los em seu ciclo produtivo original ou em outros ciclos produtivos, ou destinar esses resíduos a outras formas adequadas de tratamento e disposição final, contribuindo para o desenvolvimento econômico de várias maneiras, tais como, estimulando a economia circular, gerando renda e empregos, reduzindo o custo na produção, preservando os recursos naturais e melhorando a imagem corporativa.(VELOSO, 2014).

Ainda,logística reversa é um instrumento que visa viabilizar a coleta e a restituição dos resíduos sólidos ao setor empresarial, permitindo seu reaproveitamento em ciclos produtivos ou sua destinação adequada. Além de contribuir para a preservação ambiental, também traz benefícios econômicos e sociais, promovendo

a economia circular e o desenvolvimento sustentável.

2.4 SISTEMAS DE GESTÃO AMBIENTAL (SGA)

Na década de 60 ainda não se tratava da preservação do meio ambiente por parte das grandes indústrias. Contudo, conforme a conscientização da sociedade no meio industrial, ficou clara a necessidade de se voltar a pensar no desenvolvimento econômico sustentável do país. Esta preocupação retornou às grandes organizações, seja de grande ou médio porte, uma vez que houve consciência de suas responsabilidades mediante o meio ambiente e papel fundamental no âmbito sustentável. (MARTINS; SILVA, 2015).

Essa percepção da humanidade sobre a possibilidade de sua própria destruição devido à utilização incorreta da ciência e tecnologia é um reflexo do aumento da conscientização ambiental e dos impactos negativos que certas práticas podem ter no meio ambiente e na saúde humana. Ao longo das últimas décadas, a ciência e a tecnologia avançaram rapidamente, gerando questionamentos da sociedade sobre os métodos utilizados pela ciência e pela tecnologia, exigindo abordagens mais sustentáveis e responsáveis, conseqüentemente, ocorreu a busca por soluções que minimizem os impactos negativos. (FRANQUETO; DELPONTE; FRANQUETO, 2019).

Segundo Martins e Silva (2015), as empresas precisam adotar uma nova abordagem em relação à variável ambiental, reconhecendo sua importância nas questões empresariais. Em vez de encararem as questões ambientais apenas como imposições regulatórias, é necessário adotar atitudes voluntárias e proativas. Essa mudança de paradigma é essencial para manter a competitividade no mercado, não se tratando apenas de cumprir exigências legais, mas de buscar as vantagens competitivas e lucrativas, controlando seus processos, aspectos e impactos ambientais.

Dentro da série NBR ISO 14000, destaca-se o Sistema de Gestão Ambiental (SGA), que é um conjunto de políticas, processos e práticas organizacionais voltadas para a gestão dos impactos ambientais. A empresa, neste sentido, considera os aspectos ambientais em suas práticas de produção, desenvolvimento de produtos, aquisição de matéria-prima, gerenciamento de resíduos, entre outros processos, levando a reduções significativas no consumo de recursos naturais, na geração de resíduos e nas emissões de poluentes. (ALENCAR *et al.*, 2015).

Ao adotar um SGA, as empresas podem identificar e gerenciar seus impactos ambientais de maneira mais eficiente. Um Sistema de Gestão bem estruturado promove a conscientização e o engajamento dos funcionários em relação às questões ambientais, estimulando a inovação e a criatividade para o desenvolvimento de soluções sustentáveis, isso resulta em

benefícios como redução de custos, otimização de recursos, melhoria da reputação da empresa e maior conformidade com as leis e regulamentos ambientais (MARTINS; SILVA, 2015).

2.5 POLÍMEROS

Os polímeros estão presentes na natureza desde o início da vida, juntamente com proteínas, polissacarídeos, aminoácidos. Porém, a origem industrial teve início no século XIX, quando importantes descobertas foram feitas na modificação de polímeros naturais. O primeiro polímero totalmente sintético foi produzido em 1910 por Leo Baekeland, que sintetizou o fenol formaldeído, mais conhecido como baquelite. Desde então, a produção de materiais poliméricos aumentou, pois é um produto relativamente barato em comparação ao aço e substituiu muitos materiais em várias aplicações para tornar a vida das pessoas mais prática. (ANDRADE, 2019).

O consumo de plástico vem crescendo há décadas no Brasil e no mundo, o que comprova o sucesso do material nas mais diversas utilizações. As características típicas dos plásticos, como custo praticamente insignificante, baixo peso, boa resistência mecânica, impermeabilidade e transparência, têm conferido a eles benefícios irresistíveis para seu uso na forma de embalagens, aplicação essa muito utilizada na sociedade atual, tendo impacto direto nas aplicações do cotidiano. Assim, é natural que esses materiais estejam naturalmente progredindo nesse mercado. (ANDRADE, 2019).

Os polímeros são diferenciados pelo grau de diferenciação, escala de produção e nível de consumo e, portanto, pelo valor agregado. Em geral, os materiais poliméricos podem ser divididos em três categorias: de uso geral (*commodities*), de uso especial (quase-*commodities*) e de alto desempenho (especialidades). Polímeros *commodities* referem-se a polímeros com produção em larga escala, baixo valor agregado, sem diferenciação, ampla gama de usos e grande consumo. (BITENCOURT, 2013).

Existem dois tipos principais de plásticos no mercado: os termoplásticos e os termofixos. Os polímeros classificados como termoplástico são basicamente um tipo de plástico que, após ser submetido a altas temperaturas, tem a característica de se fundir e moldar várias vezes sem comprometer a qualidade e a curabilidade do material plástico. Os plásticos termofixos, por sua vez, são materiais que, após serem modelados uma vez, devem assumir sua forma final sem a possibilidade de reformulá-los para adotar outro formato. Isso impossibilita o reaproveitamento do material para outros usos, pois ele queimará quando o plástico termoestável for aquecido. Os termoplásticos são normalmente usados pela indústria para uma variedade de utilizações como agricultura, hospitais, fábricas de brinquedos, autopeças ou peças de eletrodomésticos. (MARCOS, 2012)

2.5.1 Acrilonitrila butadieno estireno (ABS)

O ABS é um copolímero derivado de três monômeros: acrilonitrila, butadieno e

estireno. Acrilonitrila é um monômero sintético produzido a partir de hidrocarboneto de propileno e amônia; butadieno é um alceno obtido a partir da desidrogenação do butano, que é um dos processos de produção economicamente sustentáveis; e o estireno é produzido pela desidrogenação do etilbenzeno, um hidrocarboneto aromático obtido da reação do etileno com o benzeno. (SIMÕES JÚNIOR; BRAMBRATTI JÚNIOR; HEMKEMEIER, 2014).

O grão ABS pode ser encontrado em níveis adequados para moldagem por injeção, extrusão, moldagem por sopro, moldagem por espuma e termoformagem. Alguns tipos de ABS são misturados com outros tipos de resina para obter propriedades especiais. O ABS se caracteriza pela facilidade de moldagem, baixo custo quando diluído em grandes quantidades e possui excelentes propriedades mecânicas e químicas, sendo outra vantagem a possibilidade de ser reciclado novamente e, conseqüentemente, retornar ao processo. (Ibid.).

2.5.2 Polipropileno (PP)

A produção de moléculas de polímero com massa molar parte de um monômero: são compostos químicos, micromoléculas, que tendem a reagir entre si e formar polímeros. Monômeros são, portanto, matérias-primas para materiais poliméricos. O monômero usado para sintetizar o polipropileno é o propileno ou propeno, que são hidrocarbonetos insaturados formados apenas por átomos de hidrogênio e carbono. Este é um subproduto da refinação do petróleo que, na

presença de um catalisador sob condições controladas de pressão e temperatura, resulta em grandes moléculas de propileno. (SOUZA, 2019).

A polimerização, ou síntese de polímeros, é um conjunto de reações químicas que combinam pequenas moléculas por ligações covalentes para formar um polímero. O polipropileno é um dos polímeros de maior presença e destaque na indústria automobilística. Seu uso neste campo começou na década de 1970. Um dos usos originais do material na categoria foi em caixas de bateria, devido à boa resistência química do polipropileno. Desde então, o uso do polipropileno pela indústria automotiva não parou de crescer (Ibid.).

2.6 IMPACTOS AMBIENTAIS DO DESCARTE DE POLÍMEROS

Com o crescimento do uso de embalagens e produtos confeccionados de polímeros, a preocupação com a gestão dos resíduos gerados se torna cada vez mais importante. O uso desse material oferece diversos benefícios como por exemplo, a garantia de higiene e proteção dos alimentos. Mas, além disso, pode ser prejudicial ao meio ambiente, considerando que a biodegradabilidade é baixa. O descarte e acúmulo desses resíduos em oceanos, aterros e outros lugares inadequados podem gerar graves consequências para o ambiente e a saúde humana. (OZÓRIO *et al.*, 2015).

A preocupação com a destinação correta do lixo gerado pelos seres humanos é real e crescente, pois o descarte incorreto

pode trazer consequências graves para o meio ambiente e para a saúde da população em geral. Quando ocorre o descarte inadequado, seja em rios, em praias ou em outros espaços públicos, este pode contaminar o solo, a água e o ar, afetando diretamente a qualidade de vida das pessoas que vivem no entorno. (PESSÔA, 2018)

A preservação do meio ambiente é um elemento fundamental para o desenvolvimento sustentável e para a qualidade de vida social e econômica das comunidades urbanas. As políticas públicas devem ser capazes de equilibrar o desenvolvimento econômico com a preservação ambiental, garantindo que as atividades econômicas sejam conduzidas de forma responsável e sustentável. (FONSECA, 2013).

O polímero derivado de materiais fósseis, como o petróleo, foi uma inovação tecnológica que trouxe inúmeros benefícios para a sociedade, como o desenvolvimento de novos materiais para embalagens, dispositivos médicos e eletrônicos, e a produção de produtos químicos. No entanto, o uso indiscriminado desse material pode ter efeitos negativos no meio ambiente e na saúde humana, se não for devidamente gerenciado. O descarte inadequado de resíduos poliméricos, especialmente aqueles que não são biodegradáveis, pode causar sérios danos ao meio ambiente, como a poluição do solo, da água e do ar. Além disso, a produção de polímeros requer o uso de recursos naturais não renováveis, como o petróleo, e pode gerar emissões de gases de efeito estufa. (CONCEIÇÃO *et al.*, 2019).

O artigo 13 da Lei 12.305/2010, estabelece a classificação dos resíduos de acordo com as suas características e periculosidade. A classificação é importante para que os resíduos sejam tratados de maneira adequada e segura, visando à proteção da saúde pública e do meio ambiente. Também um dos seus objetivos é a redução da contaminação do solo, água e ar, descarte de resíduos em lugares inadequados ou manuseio irregular de reciclagem. (BRASIL, 2010).

O princípio da responsabilidade compartilhada é um dos pilares da PNRS e tem como base a ideia de que a gestão dos resíduos sólidos não é responsabilidade apenas do poder público, mas de toda a sociedade, ou seja, cada indivíduo, empresa ou instituição deve assumir sua parcela de responsabilidade na gestão dos resíduos que produz, buscando reduzir sua geração, separar corretamente os materiais para reciclagem e destinar de forma adequada os resíduos que não podem ser reciclados. (MOURA *et al.*, 2017).

2.7 REUTILIZAÇÃO DOS RESÍDUOS POLIMÉRICOS

A utilização dos polímeros trouxe benefícios significativos na confecção de embalagens, considerando que houve a redução no consumo energético mundial. Se esse material fosse substituído pelo vidro e alumínio, esse consumo aumentaria em 57% e a emissão dos gases de efeito estufa em 61%. (PLASTICSEUROPE, 2019)

O plástico é comum ser utilizado para embalagens devido ser um material flexível, leve, resistente e de baixo custo. Entretanto, elas possuem um ciclo de vida curto e, por essa razão, são descartadas de maneira inadequada e acarretando a poluição ambiental. (WIESENHÜTTER *et al.*, 2021)

O descarte inadequado do plástico pode ter consequências graves para o meio ambiente e a população em geral. O plástico é um material que demora centenas de anos para se decompor na natureza, e muitas vezes acaba sendo ingerido por animais marinhos e terrestres, causando graves danos à saúde deles. Além disso, o acúmulo de plástico nos oceanos e nos rios pode gerar a formação de ilhas de lixo, afetando a vida marinha e o equilíbrio do ecossistema. Por isso, é importante que sejam tomadas medidas para reduzir o consumo de plástico e promover a reciclagem e a reutilização desse material. (SANTOS, 2019).

A busca por soluções para amenizar os problemas causados pelo descarte inadequado dos polímeros é fundamental. Duas soluções importantes são a reciclagem e a reutilização que, embora sejam termos frequentemente usados como sinônimos, possuem significados diferentes. A reutilização é um método de aproveitamento dos resíduos sólidos sem modificação biológica, física ou físico-química, enquanto que a reciclagem é um processo que envolve a alteração das propriedades físicas, físico-químicas ou biológicas dos resíduos sólidos, visando a obtenção de novos produtos ou insumos. (NETO *et al.*, 2015).

A reciclagem de polímeros engloba quatro categorias: primária, secundária, terciária e quaternária. A reciclagem primária é utilizada os polímeros pré-consumo que são resíduos vindo das indústrias, sem contaminação, e seu desempenho é similar ao polímero virgem; já a reciclagem secundária são resíduos reciclados com desempenho inferior, estes são conhecidas como reciclagem mecânica. (OLIVEIRA, 2017).

A reciclagem pode ser considerada como ações que processam materiais sem valores e transformam em matérias primas para produzir novos bens. A reciclagem é uma prática importante para preservação do meio ambiente e da sustentabilidade, além de apresentar benefícios, destacando-se: a diminuição do volume descartado, ou seja, reduz a quantidade de polímeros descartados em lugares inadequados; a preservação dos recursos naturais, evitando a extração de novas matérias primas; produz a economia de energia, considerando que muitos materiais reciclados demandam menos energia para a produção; e também a geração de empregos em diversas áreas de coleta e separação de materiais. (SANTOS, 2019).

A reciclagem dentro dos parâmetros técnicos pode ser rentável considerando que o polímero pode ser reciclado e transformado em novos produtos e, conseqüentemente, reduzirá custos, aumentará eficiência e competitividade no mercado e contribuirá para a preservação do meio ambiente. (PEREIRA NETO *et al.*, 2011).

3 METODOLOGIA

O presente trabalho consiste em um estudo de caso realizado em uma indústria de peças plásticas do ramo automobilístico, localizada na região de Itapetininga- SP, onde foi realizado um levantamento de dados e análise do sistema de gerenciamento de resíduos sólidos.

Seguindo o presente contexto, o estudo seguiu as seguintes etapas:

- Estudo bibliográfico, a partir de artigos científicos, livros, trabalhos de graduação, dissertações de mestrado e teses de doutorado, do Sistema de Gestão Ambiental, leis e classificação de resíduos, Política Nacional de Resíduos Sólidos (PNRS), índice de refugo, entre outros;
- Visita de campo na indústria em agosto de 2023, para coleta de dados; de janeiro até agosto de 2023, para o quantificar os resíduos poliméricos descartados no setor de injeção plástica e observar, descrever a destinação dada pela empresa;
- Aplicação de um questionário semiestruturado junto ao responsável do setor, utilizando a plataforma *Google Forms*, para levantamento das boas práticas que o Sistema de Gestão Ambiental (SGA) da empresa.

4 ESTUDO DE CASO

A empresa na qual foi realizado o estudo é uma indústria do ramo automobilístico situada na região de Sorocaba (SP), desde 2015. Possui aproximadamente 450

colaboradores, sendo assim uma empresa de médio porte, onde se produz peças plásticas para as principais montadoras de carros do país.

As principais peças produzidas nesta indústria são painéis, porta copo, central multimídia, acabamento lateral de portas e painéis, e de apoios de braço. Além disso, a empresa trabalha com foco na qualidade de seus produtos, sendo necessário um processo padronizado para que a peça chegue ao cliente final, de forma a atender às exigências do mercado.

Neste contexto, assim como a maioria das empresas do ramo automobilística que busca a qualidade, a empresa estudada busca a melhoria contínua e sistematização de seus processos através dos seus procedimentos, garantindo assim o controle e a confiabilidade de seus produtos.

Durante o processo de produção, em todos os lotes, são retiradas amostras do início, meio e fim das peças que estão em processo para realizar inspeções de aparência, dimensão e peso para liberação do lote, verificando se os lotes estão dentro das especificações dos clientes.

4.1 PROCESSO DE PRODUÇÃO

O departamento em estudo nesse trabalho é o de injeção plástica, onde se produz a peça, desde o polímero granulado da matéria-prima até o envio para os setores de pintura e montagem. O processo inicia com o material polimérico armazenado dentro de um silo, que é transportado por mangueiras por

meio da sucção, que por sua vez chegam até o funil da máquina injetora, ocorrendo assim, a fusão do material plástico dentro do cilindro da máquina, podendo chegar a temperaturas de até 270 °C dependendo da matéria-prima em processo.

A partir desta etapa, a máquina injeta o material para dentro de um molde que possui cavidades, de acordo com a forma da peça. Após o resfriamento, o molde se abre e o robô entra para retirar a peça já conformada dentro da cavidade, levando-o para a esteira para que o operador realize a primeira inspeção.

O processo de produção se inicia com a matéria-prima em granulado, que vem por exportação de diversos fornecedores de polímeros, e enviado para a empresa em *bags* de 500 a 1000 kg para suprir a demanda do mês. Os *bags* são transportados até o silo de armazenagem de material aquecido. Como a empresa utiliza polímeros higroscópicos, ou seja, que têm a capacidade de absorver umidade do ambiente em que estão armazenados, é necessário que estejam em silos fechados e aquecidos a temperaturas de 80 a 100°C por tempos programados pelo fabricante, para que estejam em condições de processamento.

Após todo o preparo com a matéria-prima, este material é transportado por mangueiras que estão ligadas ao funil de alimentação de cada máquina injetora. Esse processo ocorre através de bombas a vácuo que realizam a sucção desse material para o funil da máquina. Então, o material passa pelo cilindro de plastificação da máquina, que

contêm de 6 a 8 resistências que se aquecem, podendo chegar até 400°C.

Após o material chegar nesta etapa é realizada a limpeza do cilindro, que ocorre através do avanço e recuo da rosca dentro do cilindro. Todo material é expelido para fora e forma um aglomerado de plástico derretido que se denomina borra, sendo esta etapa necessária para remover os resquícios de materiais de produções anteriores. Neste momento, é gerado resíduo de *setup* que será pesado, armazenado, triturado e voltará ao processo. Feita a limpeza, se inicia o avanço do cilindro da máquina até a entrada do canal do molde. Nesse momento, o cilindro da máquina injetora empurra o material para dentro da cavidade do molde, como se estivéssemos empurrando o embolo de uma seringa, onde ocorre o preenchimento da geometria da peça e o canal que o material teve que percorrer até chegar a peça. Esse canal é chamado de galho, onde mais para frente será triturado e voltará ao processo novamente.

Logo após, a própria rosca compacta esse material dentro da cavidade, utilizando o próprio material que está na ponta da rosca para que a superfície da peça fique uniforme e tenha um aspecto de qualidade desejado. A rosca retorna já carregando a próxima carga de material para a próxima peça que será injetada.

No momento em que o material sai do cilindro da máquina para dentro da cavidade do molde, o material já começa a perder temperatura, onde ocorre o início do resfriamento do processo até a peça sair da

máquina injetora. O molde, então, se abre e um conjunto de pinças extratoras que compõe uma das cavidades do molde localizada estrategicamente atrás da peça injetada realiza o avanço. Nesse momento, um robô com garras realiza a extração da peça e o galho de dentro do molde. Como o galho faz parte da peça, o próprio robô leva o conjunto para a área de corte do galho, onde existe um dispositivo de tesoura projetado com o formato da peça para realizar o corte dos galhos.

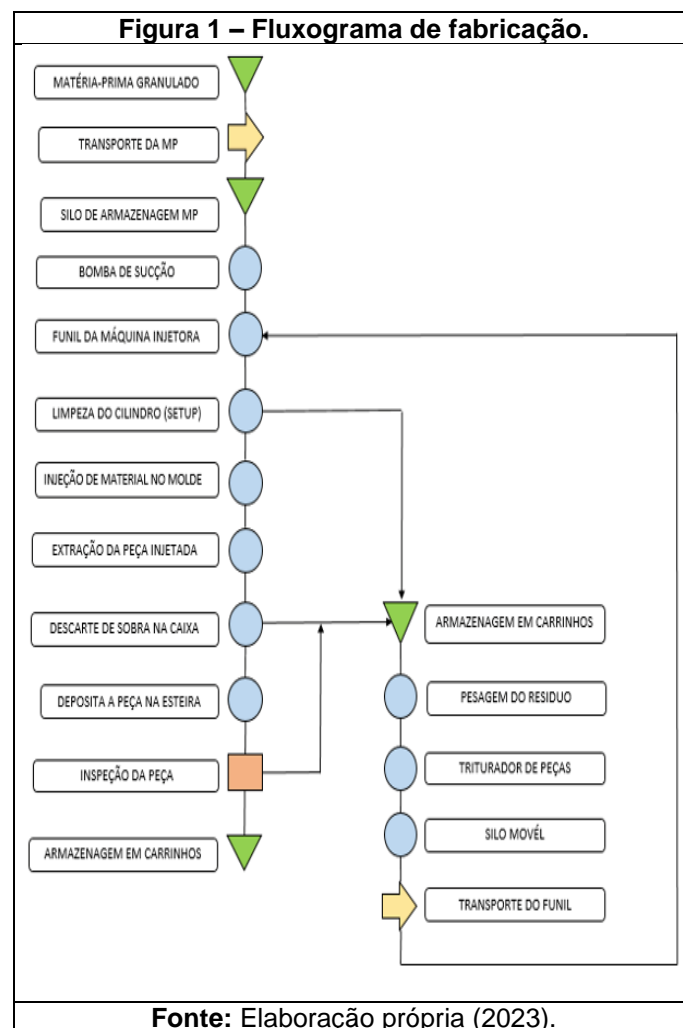
Esses galhos são descartados pelo robô como resíduo em uma caixa. A peça é depositada em uma esteira transportadora que chega até o operador para realizar todo procedimento de inspeção. Nesse momento pode haver descarte de peças com defeitos, embora em uma escala bem menor se comparada ao que é gerado pelo processo. O operador pode identificar defeitos na peça e realizar o descarte em uma caixa que fica ao lado. Finalizada a inspeção, a peça é colocada em um carrinho e deixado no estoque.

No processo, existem alguns pontos de geração de resíduo: o primeiro, é na limpeza do cilindro, onde se geram as borras; o segundo ponto são os galhos, que são os canais que o material percorre até a peça; e o terceiro ponto de geração são as peças com defeitos provenientes de alguma falha na máquina ou até mesmo operacional. Todo esse resíduo é armazenado em caixas e são gerados em todas as produções podendo chegar a 150kg por dia. Todo esse resíduo é armazenado em carrinhos separados, pesados e irão para o triturador. Nesta etapa,

é feita a seleção de borras contaminadas por outros materiais, óleo e substâncias diversas.

Feita a seleção das borras, galhos e peças com defeitos, o material é colocado em um triturador com lâminas e uma peneira para garantir o tamanho dos grãos que irão sair, assim tem-se a matéria-prima triturada. Todo esse material é colocado em um silo móvel e levado até as mangueiras de sucção que serão

transportadas direto para o funil das máquinas onde serão reutilizados. Os materiais contaminados são pesados e descartados em uma caçamba específica e, após ela estar completa, todo o resíduo é vendido para uma recicladora da região. O processo de fabricação é apresentado na Figura 1, através de um fluxograma de fabricação.

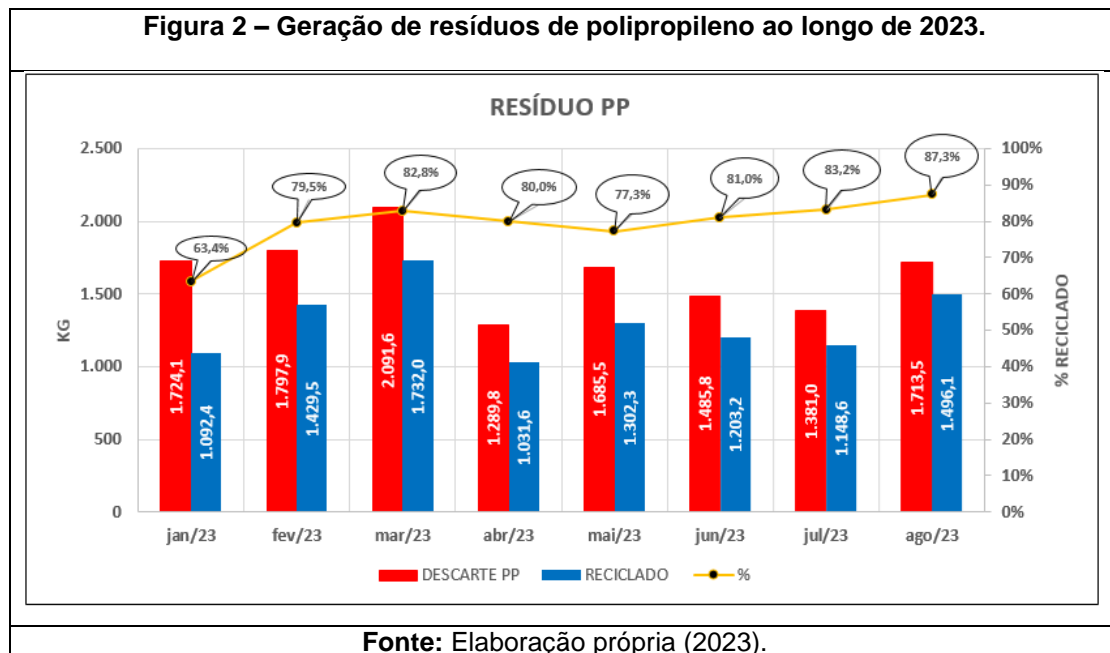


4.2 QUANTIFICAÇÃO DOS RESÍDUOS

Após a verificação do processo foram identificados os pontos de geração de resíduos. De acordo com os dados levantados em visita de campo, foi possível obter as

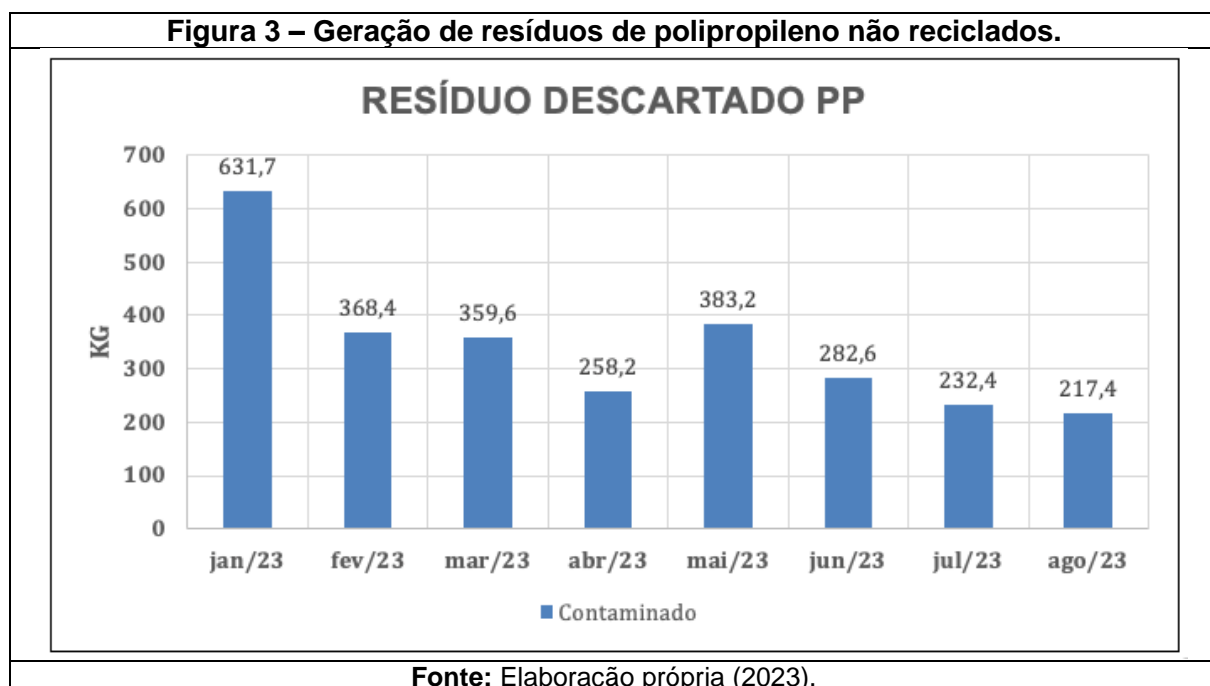
quantidades de descarte em quilos (kg) do resíduo Polipropileno e analisando as informações (de janeiro até agosto de 2023). É possível constatar que a empresa em estudo recicla 70% desses resíduos gerados em seu

processo. Esses dados coletados são apresentados na Figura 2.



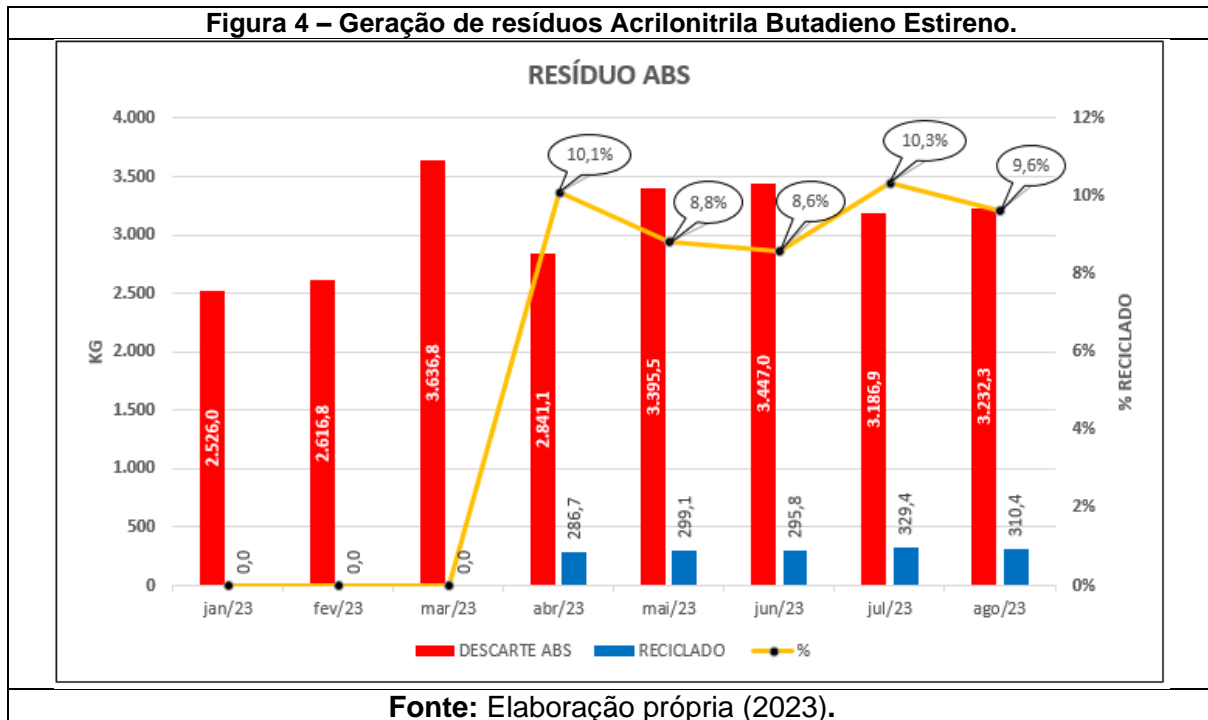
Através da Figura 2 foi possível levantar a quantidade dos resíduos que não são reciclados. Esses resíduos são descartados em uma caçamba específica dentro da empresa e comprado por uma

empresa terceirizada que faz a reciclagem e retorna-os para o mercado de *commodities*. Os dados coletados são demonstrados na Figura 3.



Foi realizada a coleta dos dados de geração de resíduos do ABS e constatado que a empresa está em processo de implementação, pois ainda grande parte não é reciclado desde abril de 2023. Sendo assim, é

reciclado menos de 9,5% do que é gerado em seu processo, tendo em vista que a reciclagem desse material exige alguns cuidados e investimentos para garantir a estabilidade nos defeitos gerados na produção.



4.3 PRÁTICAS DO SGA DA EMPRESA

Para que fosse possível o estudo, foi realizada a aplicação de um questionário semiestruturado junto ao supervisor de produção responsável pelo controle e gerenciamento dos resíduos gerados pelo setor que conta com 23 colaboradores. No processo existem três pontos de geração de resíduos, *setup*, descarte de galhos e peças de refugo. Todo esse resíduo é classificado como resíduos sólidos classe II B Inerte. Este é o grupo de resíduos que apresentam uma baixa capacidade de reação, podendo ser reciclados ou destinados para aterros sanitários de maneira segura, tendo em vista que a empresa

busca soluções para estar em conformidade com o meio ambiente e as leis vigentes do nosso país.

Uma das ações implementadas pela empresa é a reciclagem dos resíduos de polipropileno, onde foi possível verificar reduções significativas em seus descartes através da reutilização desses resíduos. Embora os resíduos de ABS ainda sejam expressivos, a empresa tem um plano de ação para implementação, até março de 2024, para redução desses resíduos no setor.

A empresa possui um Sistema de Gestão Ambiental estruturado, certificação ISO 14001 desde 2015 e a cada 3 meses são realizadas auditorias internas nas linhas de

produção para identificar possíveis falhas na sistemática implementada. O gestor do setor é responsável por controlar mensalmente a massa, em quilos (kg), descartada e repassar ao setor do SGA para realizar uma verificação daquilo que foi apontado, comparando-se com a meta estabelecida no setor em função da quantidade produzida por mês.

Para a discussão dos resultados obtidos no mês, são realizadas reuniões com a gerência e diretoria para discutir as ações referente ao descarte gerado naquele mês. O setor em estudo gera aproximadamente 1.500 quilos de resíduo de PP e 3.000 quilos de resíduo de ABS por mês. Todo esse material é separado, armazenado e pesado antes de passar para o processo de reciclagem e voltar para o processo novamente.

Além disso, a empresa reutiliza 70% do Polipropileno que é gerado de resíduo no processo, enquanto apenas 9,5% do ABS é reutilizado. O material que não é reciclado é separado em uma caçamba específica e vendido para uma empresa de reciclagem terceirizada, que tritura todo esse material e vende para o mercado de plásticos novamente.

5 CONSIDERAÇÕES FINAIS

O objetivo principal deste estudo de caso foi coletar dados quantitativos relacionados ao descarte de resíduos de polímeros em um setor de injeção plástica de uma indústria de fabricação de peças automobilísticas. O objetivo da análise foi determinar se a gestão dos resíduos,

certificada pela ISO 14001 e integrado ao Sistema de Gestão Ambiental (SGA) da empresa, estava em conformidade com a legislação ambiental vigente no país.

Por meio do questionário aplicado, e da visita técnica na empresa, foi possível compreender o processo em detalhes, sendo possível criar o fluxograma do processo e identificar os pontos de geração de resíduos. Após identificar os resíduos, foram levantadas as quantidades de descarte geradas pelo setor. Notou-se que o setor gera toneladas de resíduos todos os meses em seu processo de fabricação. Apesar das grandes quantidades, a empresa como um todo se preocupa com o descarte e busca processos mais enxutos e com menos desperdício. Pensando nisso, a empresa recicla grande parte de seus resíduos gerados e volta para o processo misturando com o material virgem, reduzindo os custos e contribuindo para um processo mais sustentável.

O sistema de Gestão Ambiental é robusto, conta com auditorias e reuniões com a diretoria mensais para apresentação dos resultados do descarte. Caso tenha algum desvio, é necessária a elaboração de planos de ação com prazos e validação de eficácia. A empresa é certificada pela 14001 desde 2015, e não apresentou registros de denúncias ou vistorias de órgãos públicos em relação a problemas ambientais.

A partir dos dados levantados, foi possível notar que a empresa está em conformidade com a lei nº 12.305/10, tendo como premissa a preservação em sua política empresarial, pois documenta e gerencia toda

geração de resíduos, bem como seus processos são controlados e monitorados para identificar possíveis desvios, diminuindo assim os impactos ambientais.

REFERÊNCIAS

ABNT - ASSOCIAÇÃO BRASILEIRA DE NORMAS TÉCNICAS. Resíduos Sólidos - Classificação. Rio de Janeiro: ABNT, 2004a. (NBR 10004).

Disponível em:

<<https://analiticaqmresiduos.paginas.ufsc.br/files/2014/07/Nbr-10004-2004-Classificacao-De-Residuos-Solidos.pdf>>. Acesso em: 09 de maio de 2023.

ALENCAR, J. L. S.; SIMONI, J. H.; FIORELLI, M. N.; NETO, G. D. A. Sistema de Gestão Ambiental e ISO 14000 na Indústria Têxtil—A Sustentabilidade como tendência. *Revista Eletrônica em Gestão, Educação e Tecnologia Ambiental*, 575-586, 2015. Disponível em: <<https://periodicos.set.edu.br/saude/article/view/842>>. Acesso em: 2 maio 2023.

ANDRADE, R. D. S. Processo de Reciclagem de Polímeros Termoplásticos. Trabalho de Conclusão de Curso. Universidade Federal do Rio Grande do Norte, 2019. Disponível em: <<https://repositorio.ufrn.br/handle/123456789/40381>>. Acesso em: 13 abr. 2023.

BITENCOURT, D. V.; ALMEIDA, R. N. de; PEDROTTI, A.; SANTOS, L. C. P. A problemática dos resíduos sólidos urbanos. *Interfaces Científicas - Saúde e Ambiente*, [S. l.], v. 2, n. 1, p. 25–36, 2013. DOI: 10.17564/2316-3798.2013v2n1p25-36. Disponível em: <<https://periodicos.set.edu.br/saude/article/view/842>>. Acesso em: 2 maio 2023.

BRASIL. LEI Nº 9.605, de 12 de fevereiro de 1998. Dispõe sobre as sanções penais e administrativas derivadas de condutas e atividades lesivas ao meio ambiente, e dá outras providências, 1998. Disponível em: <https://www.planalto.gov.br/ccivil_03/leis/19605.htm>. Acesso em: 13 mar. 2023

BRASIL. Lei nº 12.305 de 02 de Agosto de 2010. Política Nacional de resíduos Sólidos, 2010.

<https://www.planalto.gov.br/ccivil_03/leis/19605.htm>. Acesso em: 13 mar. 2023.

CÂNDIDO, F. E. A.; SILVA, M. N.; SANTOS, A. B., NASCIMENTO, R. F.; VIDAL, C. B. Caracterização Química das Cinzas do Carvão para Classificação Quanto sua Periculosidade, 2016. In: Anais do VII Congresso Brasileiro de Gestão Ambiental. Disponível em: <<https://www.ibeas.org.br/congresso/Trabalhos2016/III-060.pdf>>. Acesso em: 16 de maio 2023.

CONCEIÇÃO, M. M.; CONCEIÇÃO, J. T. P.; DALMAS, F. B.; ROSINI, A. M. O Plástico como Vilão do Meio Ambiente. *Revista Geociências-UNG-Ser*, v. 18, n. 1, p. 50-53, 2019. Disponível em <<http://revistas.ung.br/index.php/geociencias/articloe/view/4024>>. Acesso em: 14 mar. 2023.

FERREIRA, A. V.; TAMBOURGI, B. E. A Importância do Gerenciamento de Resíduos Sólidos Urbanos. *Revista Exacta*, vol. 7, núm. 2, 2009, pp. 157-163 Universidade Nove de Julho São Paulo, Brasil. Disponível em: <<https://www.redalyc.org/pdf/810/81015222002.pdf>>. Acesso em: 13 mar. 2023.

FERREIRA, J. M. J. S. Os Desafios para a Implementação da Política Nacional de Resíduos Sólidos (Lei No 12.305/2010) e do Novo Marco Legal de Saneamento (Lei No 14.026/2020): Um estudo de caso no Município de Tomé-Açu - Amazônia/Pará. Trabalho de Conclusão de Curso, referente às atividades curriculares do curso de Ciências Biológicas – Licenciatura da Universidade Federal Rural da Amazônia, Campus de Tomé-Açu, 2022. Disponível em: <<http://bdta.ufra.edu.br/jspui/bitstream/123456789/2488/1/Implementa%C3%A7%C3%A3o%20da%20PNRS%20e%20NMLS%20-%20TCC.docx.pdf>>. Acesso em: 13 mar. 2023.

FONSECA, L. H. A. Reciclagem: O Primeiro Passo Para A Preservação Ambiental. Bacharelado em Administração, Centro Universitário Barra Mansa, Barra Mansa, 2013. Disponível em: <<https://semanaacademica.org.br/system/files/artigos/reciclagem.pdf>>. Acesso em: 15 abr. 2023.

FRANQUETO, R.; DELPONTE, A. A.; FRANQUETO. Principais Dificuldades para Implantação de Sistemas de Gestão Ambiental (SGA) nas Empresas. *Revista Meio Ambiente e Sustentabilidade*, v. 14, n. 8, 2019. Disponível em:

<<https://cadernosuninter.com/index.php/meioAmbiente/article/view/1181>>. Acesso em: 16 mai. 2023.

MARCOS, H. Poliamidas, Poliésteres e Termoplásticos Elastômeros: Uma Perspectiva Sustentável na Indústria Moderna. *Polímeros*, v. 22, n. 2, p. 107–110, 2012. Disponível em: <https://scholar.googleusercontent.com/scholar?q=cache:SQm9onxIKmUJ:scholar.google.com/+Uma+Perspectiva+Sustent%C3%A1vel+na+Ind%C3%BAstria+Moderna.+&hl=pt-BR&as_sdt=0,5.> Acesso em: 06 de mai. 2023.

MARTINS, M. R. S.; SILVA, J. G. F. *The Environmental Management System Based on ISO 14000: Importance of Instrument on the Path of Environmental Sustainability*. *Revista Eletrônica Em Gestão, Educação E Tecnologia Ambiental*, 18(4), 1460–1466, 2015. Disponível em: <<https://doi.org/10.5902/2236117015206>>. Acesso em: 15 de Maio 2023.

MOURA, I. S. A.; NETO, A. G.; HOOGERHEIDE, C. H.; COUTO, G. P. S. B. O Papel Fiscalizador do Poder Público na PNRS – Política Nacional De Resíduos Sólidos, LEI Nº 12.305/10, 2010. Disponível em: <<https://www.unibalsas.edu.br/wp-content/uploads/2017/01/TCC-lasmin-Moura.pdf>>. Acesso em: 28 de abr. 2023.

NASCIMENTO, M. S. Implantação e evolução da indústria automobilística no Brasil. *Revista Tocantinense de Geografia*, v. 5, n. 7, p. 67-79, 2016. Disponível em: <https://sistemas.uft.edu.br/periodicos/index.php/geografia/article/view/1704>>. Acesso em: 20 abr. 2023.

NETO, G. C. O; SHIBAO, F. Y.; GODINHO FILHO, M.; CHAVES, L. E. C. Produção Mais Limpa: Estudo da Vantagem Ambiental e Econômica na Reciclagem de Polímeros. *Revista Interciência*. v. 40, n. 6, p. 364-373, 2015. Disponível em: <<https://www.interciencia.net/wp-content/uploads/2017/10/364-SHIBAO.pdf>>. Acesso em: 19 abr. 2023

OLIVEIRA, B. C. Gestão dos Resíduos Sólidos Urbanos: Uma Análise da Política Pública de Belo Horizonte. Trabalho de conclusão apresentado ao curso de Especialização em Elaboração, Gestão e Avaliação de Projetos Sociais em Áreas Urbanas do Centro de Capacitação e Pesquisa em Projetos Sociais da Faculdade de Filosofia e Ciências

Humanas da Universidade Federal de Minas Gerais

2017. Disponível em:

<<https://repositorio.ufmg.br/bitstream/1843/39360/1/Gest%C3%A3o%20de%20Res%C3%ADduos%20S%C3%B3lidos%20Urbanos%20-%20uma%20an%C3%A1lise%20da%20pol%C3%ADtica%20p%C3%ABlica%20de%20Belo%20Horizonte.pdf>>. Acesso em: 20 abr. 2023.

OZÓRIO, M. S, FILHO, M. P. S., ALVES, N., JOB, A. E. Promovendo a conscientização ambiental: resultados de uma pesquisa realizada com alunos do ensino médio sobre polímeros, plásticos e processos de reciclagem. *Revista Brasileira De Educação Ambiental (REVBEA)*, 10(2), 11–24, 2015. Disponível em: <<https://doi.org/10.34024/revbea.2015.v10.1927>>. Acesso em: 03 mar. 2023.

PEREIRA NETO, T.J.. A política nacional de resíduos sólidos: os reflexos nas cooperativas de catadores e logística reversa. *Diálogo* n.18, p.77-96, 2011. Disponível em: <<https://dialnet.unirioja.es/servlet/articulo?codigo=5113513>>. Acesso em: 14 abr. de 2023

PESSÔA, V. A. F. Reciclagem e reutilização de materiais poliméricos plásticos. 2018. Trabalho de conclusão de curso (Bacharel em Engenharia de Materiais) -Universidade Federal do Rio de Janeiro, Rio de Janeiro, 2018. Disponível em: <http://www.scielo.br/scielo.php?script=sci_arttext&pid=S0370-44672002000200006&lng=en&tlng=en>. Acesso em: 11 de mai. 2023

PLASTICSEUROPE. Plastics – Helping to Create And Save Energy. Disponível em: <<https://legacy.plasticseurope.org/en/about-plastics/energy>>. Acesso em: 13 de abr. de 2023.

PROTEGEER. Cooperação para a Proteção do clima na gestão de resíduos urbanos O que são resíduos sólidos, 2017. Disponível em: <<http://protegeer.gov.br/rsu/o-que-sao>>. Acesso em: 11 de abr. 2023.

PUGA, F. P.; CASTRO, L. B. **Visão 2035:** Brasil, País Desenvolvido: Agendas Setoriais para Alcance da Meta. 1. ed. Rio de Janeiro: Banco Nacional de Desenvolvimento Econômico e Social, 2018. p. 183-208. Disponível em: <<https://web.bndes.gov.br/bib/jspui/handle/1408/16040>>. Acesso em: 07 abr. 2023.

SANTOS, A. C. Estudo e Avaliação da Reciclagem de Polímeros. 52f. Trabalho de Conclusão de Curso (Graduação em Engenharia de Materiais) - Departamento de Engenharia de Materiais, Universidade Federal do Rio Grande do Norte, Natal, 2019. Disponível em: <https://repositorio.ufrn.br/bitstream/123456789/40387/1/Estudoeavalia%c3%a7%c3%a3o_Santos_2019.pdf> Acesso em: 01 maio 2023.

SILVA, M. C. D. C.; PELÁ, A.; BARRETOS, F. R. M. Impactos Ambientais na Destinação Inadequada de Resíduos Sólidos Urbanos na Cidade de Ipameri-Go: Um Estudo De Caso. Revista Eletrônica em Gestão Educação e Tecnologia Ambiental, v. 17, n. 17, p. 3230–3239, 2014. Disponível: <https://periodicos.ufsm.br/index.php/reget/article/view/9851>>. Acesso em: 14 Abril 2023.

SIMÕES JUNIOR.; JÚNIOR, N. B.; HEMKEMEIERI, M. Aspectos Ambientais Da Substituição De Componentes em Fibra De Vidro Por Componentes Em ABS (Acrilonitrila Butadieno Estireno) em Uma Indústria De Produção De Carrocerias De Ônibus. Science & Engineering Journal, v. 23, n. 2, p. 33-38, 2014. Disponível em:<https://www.researchgate.net/publication/276416056_Aspectos_ambientais_da_substituicao_de_componentes_em_fibra_de_vidro_por_componentes_em_ABS_Acrilonitrila_Butadieno_Estireno_em_uma_industria_de_producao_de_carrocerias_de_onibus>. Acesso em: 22 de abr. 2023.

SOUZA, P. C. F. M. Degradação Estética do Polipropileno na Indústria Automobilística. Dissertação (Mestrado em Engenharia de Materiais) – Escola de Minas, Universidade Federal de Ouro Preto, Ouro Preto, 103 f.. 2019. Disponível em: <<http://www.repositorio.ufop.br/jspui/handle/123456789/11814>>. Acesso em: 14 abr. 2023

VARGAS, P. G.; BUNDE, A. Indústria Automobilística Brasileira: Uma Análise Das Principais Transformações Tecnológicas No Sistema Produtivo E Seu Impacto Sobre O Emprego. Pegada - A Revista Da Geografia Do Trabalho, 22(2), 49–84, 2021. Disponível em: <<https://doi.org/10.33026/peg.v22i2.8555>>. Acesso em: 19 abr. 2023

VELOSO, Z. M. F. Política Nacional de Resíduos Sólidos e a Logística Reversa. Repositório do Conhecimento IPEA, 2014. Disponível em: <<https://repositorio.ipea.gov.br/handle/11058/5581>>. Acesso em: 19 abr. 2023.

WIESENHÜTTER, L. L.; MEINERZ, N. Z.; GRIEBLER, T. F. O CONSUMO DE PLÁSTICO NO BRASIL: IMPACTOS E ALTERNATIVAS AO SEU USO. Salão do Conhecimento, v. 7, n. 7 Disponível em: <<https://www.publicacoeseventos.unijui.edu.br/index.php/salaconhecimento/article/view/21075>>. Acesso em: 19 abr. 2023.