



FACULDADE UNIFAMETRO MARACANAÚ
ENGENHARIA DE PRODUÇÃO

ROBSON FRANCO DA SILVA MELO

**A UTILIZAÇÃO DA LOGÍSTICA REVERSA PARA CRIAÇÃO DE NOVOS
PRODUTOS ATRAVÉS DA REUTILIZAÇÃO DO PLÁSTICO NA EMPRESA MXR**

MARACANAÚ
2022

ROBSON FRANCO DA SILVA MELO

A UTILIZAÇÃO DA LOGÍSTICA REVERSA PARA CRIAÇÃO DE NOVOS
PRODUTOS ATRAVÉS DA REUTILIZAÇÃO DO PLÁSTICO NA EMPRESA MXR

Trabalho de conclusão de Curso
apresentado ao Curso de Engenharia de
Produção da Faculdade Unifametro
Maracanaú como requisito para obtenção
do grau Bacharel em Engenharia de
Produção.

Orientadora: Profa. Dra. Kamila Lima do
Nascimento

MARACANAÚ

2022

M528u Melo, Robson Franco da Silva.

A utilização da logística reversa para criação de novos produtos através da reutilização do plástico na empresa MXR / Robson Franco da Silva Melo. – Maracanaú, 2022.

39 f.; il. ; Color. 30 cm.

Monografia - Curso de Graduação em Engenharia de Produção, Unifametro, Maracanaú, 2022.

Orientador: Profª Drª Kamila Lima do Nascimento.

1. Engenharia de produção – Logística reversa. 2. Reciclagem. 3. Ecologia industrial. I. Título.

CDD 658.5

ROBSON FRANCO DA SILVA MELO

A UTILIZAÇÃO DA LOGÍSTICA REVERSA PARA CRIAÇÃO DE NOVOS
PRODUTOS ATRAVÉS REUTILIZAÇÃO DO PLÁSTICO NA EMPRESA MXR

Monografia apresentada no dia 8 de dezembro de 2022 como requisito para a obtenção do grau de bacharel em Engenharia de Produção da Faculdade Unifametro Maracanaú, tendo sido aprovado pela banca examinadora composta pelos professores abaixo.

BANCA EXAMINADORA

Prof^a Dra. Kamila Lima do Nascimento
Orientadora – Centro Universitário Fametro - Unifametro

Prof^a Dra. Karla Lúcia Batista Araújo
Membro - Centro Universitário Fametro - Unifametro

Prof. Esp. José Magdiel da Silva
Membro - Centro Universitário Fametro - Unifametro

À professora Kamila Lima do Nascimento, que, com sua dedicação, paciência e compreensão de mestre, orientou-me na produção deste trabalho.

AGRADECIMENTOS

A Deus, pelo dom da vida, pela ajuda e proteção, pela Sua força e presença constante, e por me guiar à conclusão de mais uma preciosa etapa de minha vida.

Aos meus filhos, Antonio Guilherme Barbosa Melo e Vitória Lis Barbosa Melo, pela paciência de minha ausência para concluir esse trabalho.

A minha mãe, Marise da Silva Melo, pelo apoio de incentivar a estudar sempre.

A minha avó, Vitória Vieira de Brito Silva, por nos incentivar a busca do crescimento de vida.

A minha esposa Vivania da Silva Barbosa, por me ajudar nos momentos difíceis durante a conclusão do curso.

A Srta. Sabrina Moreira de Paula Castro, por abrir as portas de sua empresa e nos fornecer as informações necessárias para a realização deste trabalho.

Aos nossos queridos professores do curso de Engenharia de Produção, pela excelência da qualidade técnica de cada um e pelo conhecimento compartilhado durante esta longa caminhada.

A todos que participaram, direta ou indiretamente, do desenvolvimento deste trabalho de pesquisa, enriquecendo o meu processo de aprendizado.

Aos meus amigos e colegas de classe, com quem convivi todo esse tempo, pelo companheirismo, pelas amizades e pela diversão.

“Aqueles que não conseguem lembrar do passado estão condenados a repeti-lo”
(George Santayana).

RESUMO

Tendo em vista a crescente percepção da importância da conservação do meio-ambiente, muitas empresas adotaram o conceito de logística reversa, que promete benefícios sociais, econômicos e lucratividade para as empresas através de um modelo empresarial e sustentável. O objetivo da logística reversa é fazer com que materiais impróprios para o consumo e o uso possam retornar ao ciclo produtivo, evitando assim novas buscas por recursos na natureza e permitindo um descarte ambientalmente correto. O presente trabalho tem como objetivo analisar, através de um estudo de caso, a logística reversa em uma empresa do ramo de fabricação de artefatos plásticos derivados de resíduos, seu impacto ambiental e social na busca de novas estratégias e inovação de mercado. Tal estudo não visa somente mais a um modelo de empresa verde, mas à busca da inovação e de ser uma referência no mercado no que se dizem as novas tecnologias. Em termos metodológicos, o trabalho consiste em um estudo de caso baseado em entrevista, visitas e análise de um novo produto extraído de embalagens de plásticos para a criação de novos produtos ecologicamente corretos. Dentre os principais resultados, destaca-se que a empresa alcançou resultados positivos ao utilizar materiais reciclados em aplicações similares a madeira natural obtendo vantagens competitivas e materiais de excelente qualidade.

Palavras-chave: Logística Reversa. Inovação. Tecnologia.

ABSTRACT

The growing perception of the importance of environmental conservation, has led many companies to adopt the concept of Reverse Logistics, which promises social and economic benefits and profitability for companies, through a business and sustainable model. The objective of Reverse Logistics is to make materials that are unsuitable for consumption and use return to the production cycle, thus avoiding new searches for resources in nature and allowing an environmentally correct disposal. The present work aims to analyze, through a case study, the reverse logistics in a company in the field of manufacturing plastic artifacts derived from waste. Its environmental and social impact in the search for new strategies and market innovation. Such a study is not only aimed at a green company model, but at the pursuit of innovation and being a reference in the market in terms of new technologies. In methodological terms, the work consists of a study case based on an interview, visits and analysis of a new product extracted from plastic packaging to create new ecologically correct products. Among the main results, the company achieved positive results by using recycled materials in applications similar to natural wood, obtaining competitive advantages and excellent quality materials.

Keywords: Reverse Logistic. Innovation. Technology.

LISTA DE ABREVIATURAS E SIGLAS

- ABRAS – Associação Brasileira de Supermercados
- ABRELPE – Associação Brasileira de Empresas de Limpeza Pública e Resíduos Especiais
- ASLOG – Associação Brasileira de Logística
- CLM – *Council Of Logistic Management* (Conselho de Gestão de Logística)
- CLRB – Conselho Logística Reversa do Brasil
- IPCA – Índice Nacional de Preços ao Consumidor Amplo
- PICPLAST – Plano de Incentivo a Cadeia do Plástico
- PNUMA – Programa das Nações Unidas para o Meio Ambiente
- PNRS – Política Nacional de Resíduos Sólidos
- P & D – Pesquisa e Desenvolvimento
- RSU – Resíduos Sólidos Urbanos
- SBRT – Serviço Brasileiro de Resposta Técnicas
- SINIR+ – Sistema Nacional de Informações sobre Gestão dos Resíduos Sólidos
- UFC – Universidade Federal do Ceará
- WPC – *Wood Plastic Composite* (Composto de Madeira Plástica)

LISTA DE FIGURAS

Figura 1 – Escopo da cadeia de suprimento moderno.....	17
Figura 2 – Ciclo da logística reversa.....	18
Figura 3 – Fluxograma das etapas de produção da madeira plástica.....	22
Figura 4 – Modelo de separação embalagem plástica	23
Figura 5 – Esquema de mistura de produto, pó de madeira e embalagem plástica.....	24
Figura 6 – Equipamento de processo: rosca e asa de aglomeração.....	25
Figura 7 – Processo de extrusão dos materiais.....	26
Figura 8 – Esteira de fabricação da madeira plástica.....	26
Figura 9 – Lixeira e barrote.....	27
Figura 10 – Tábua e lixeira.....	28

LISTA DE GRÁFICOS

Gráfico 1 – Registro de coleta de resíduos de 2021.....	31
Gráfico 2 – Dados de materiais de resíduos secos	32
Gráfico 3 – Evolução de indicadores.....	34
Gráfico 4 – Gráfico de geração de empregos	34

SUMÁRIO

1 INTRODUÇÃO	13
1.1 Tema.....	15
1.2 Problematização.....	15
1.3 Hipótese.....	15
1.4 Objetivos.....	16
1.5 Justificativa.....	16
2 FUNDAMENTAÇÃO TEÓRICA	17
2.1 Logística.....	17
2.2 Logística reversa.....	18
2.3 A Política Nacional de Resíduos Sólidos (PNRS).....	20
3 METODOLOGIA	22
3.1 Método.....	22
3.2 Objeto de Estudo.....	22
3.3 O Produto.....	22
3.4 O Processo de fabricação.....	23
3.4.1 <i>Plástico Reciclado</i>	24
3.4.2 <i>Lavagem</i>	24
3.4.3 <i>Moagem</i>	25
3.4.4 <i>Secagem</i>	25
3.4.5 <i>Extrusão</i>	26
3.4.6 <i>Produtos finais</i>	28
4 RESULTADOS E DISCUSSÃO	30
4.1 A qualidade do produto derivado do processo de logística reversa.....	30
4.2 O impacto ecológico da utilização da logística reversa para a fabricação de produtos plásticos.....	31
4.3 As vantagens econômicas da logística reversa.....	33
5 CONSIDERAÇÕES FINAIS	37
REFERÊNCIAS	38

1 INTRODUÇÃO

Nas últimas décadas, empresas do Brasil e do mundo estão cada vez mais preocupadas com suas imagens em relação aos seus produtos com a sociedade e o governo. No mundo cada vez mais competitivo e com consumidores mais exigentes e conscientes sobre aspectos ambientais, cresce também a preocupação com a destinação dos resíduos produzidos pelas indústrias. Além disso, com o crescimento da população e o aumento do consumo, evidenciou-se a escassez de alguns recursos naturais e o aumento do lixo produzido e descartado, em sua maioria de forma equivocada.

Nesse contexto, a logística reversa, focada no reprocessamento de materiais descartados, surgiu como um fator diferencial para as empresas pequenas e de grande porte, no intuito de formarem uma imagem relacionada à sustentabilidade ambiental, e, por outro lado, criou um novo mercado de produtos através do reaproveitamento de materiais antes descartados.

No Brasil, somente em 2010 passou a vigorar a Política Nacional de Resíduos Sólidos (PNRS) pela Lei nº12.305/2010, que trata, entre outros, dos resíduos plásticos. Tal lei enfatiza as estratégias para o desenvolvimento sustentável como incentivo ao reuso e a reciclagem de materiais e o fim dos aterros sanitários, já que eles são responsáveis pela proliferação de doenças, pela contaminação de lençóis freáticos e atmosfera, e pelo desperdício de recursos¹.

A partir de sua aprovação, compreende-se que novas iniciativas foram viabilizadas, como a que se tornou objeto deste estudo. A proposta do tema para esse trabalho foi observar a diversidade de oportunidade de negócios que a logística reversa possa trazer às empresas na expectativa de criar produtos através do plástico, mantendo o foco nos modelos sustentáveis e na eficiência da lucratividade dentro das leis socioambientais.

Também, vale frisar a importância do empreendedor brasileiro de buscar meios de aprimorar seus negócios através de materiais impróprios para o consumo, para que assim possam retornar a um ciclo produtivo, evitando novas buscas por recursos na natureza e permitindo a concepção de novos produtos ecologicamente correto para sanar as necessidades da sociedade.

¹ Fonte: https://www.gov.br/mma/pt-br/assuntos/agendaambientalurbana/lixao-zero/plano_nacional_de_residuos_solidos-1.pdf

Nesse contexto, o presente trabalho visa abordar o tema: a utilização da logística reversa para criação de novos produtos através da reutilização do plástico na empresa MXR.

Para isso, no estudo foram feitas visitas *in loco* e acompanhamento da etapa da criação de amostras de alguns produtos para maior entendimento da cadeia da logística reversa, como também pesquisas bibliográficas em livros, sites, monografias e artigos científicos.

1.1 Tema

A primeira versão do material que hoje conhecemos como plástico foi criado pelo inglês Alexander Parkes, no ano de 1862, derivando-se da celulose e com a proposta de substituir a borracha, cujos custos de produção eram bastante elevados. Desde então, o processo de produção deste material foi aperfeiçoado e simplificado até chegar na forma utilizada atualmente, sendo o material derivado do petróleo oferecendo diferentes tipos de plástico e suas respectivas resistências e com baixo custo de produção.

O sucesso do plástico foi garantido por seus inúmeros benefícios de fabricação e suas características básicas. Sua produção, já se sabe, diminui o consumo energético e a emissão de gases em comparação às alternativas de mercado. Por outro lado, o plástico é leve, proporcionando grande economia no transporte das mercadorias.

Por ser um produto reaproveitável na sua maioria das vezes, favorece a economia de uma determinada localização e a distribuição de renda para os catadores de reciclagem. Importante como item de segurança para todos os tipos de produtos através de embalagens, também agrega valor, é prático em manuseio e durabilidade, sendo, em muitos casos, eficientes contra gases e odores.

Apesar de todas as vantagens mencionadas, a produção em larga escala do plástico e seu baixo custo conduziram a um processo de degradação do meio ambiente e à necessidade de repensar o processo de descarte deste material. De todos os resíduos maléficos ao meio ambiente, os plásticos são, sem dúvidas, uns dos piores produtos degradantes da natureza. Por sua composição química, é difícil decomposição natural e em média leva até cem anos para ser absorvido pela

natureza, com isso os impactos dos plásticos tornam-se mais graves quando são descartados de forma inadequada ao meio ambiente.

1.2 Problematização

Segundo o Programa das Nações Unidas para o Meio Ambiente (PNUMA), estudos mostram que há toneladas de lixo plástico em lagoas, rios e oceanos prejudicando a vida marinha e o ecossistema. O lixo plástico nas cidades também é um grande desafio para o gerenciamento para essas prefeituras. Esses resíduos, descartados de forma irregular, entopem bueiros, trazendo grandes prejuízos para as cidades em períodos de chuvas.

Como mencionado anteriormente, o plástico é um material reutilizável e pode ser reciclado e transformado em novos materiais e produtos. Entretanto, o processo de reciclagem no Brasil, até poucas décadas atrás, era realizado de forma dispersa, movido em grande medida pela necessidade de catadores e não por um projeto político capaz de dar vazão a todo o lixo produzido.

Desse contexto, surge a lei federal de Política Nacional de Resíduos Sólidos 12.305/2010 (PNRS), regularizando e viabilizando novas iniciativas para a eliminação de seus lixões a céu aberto ou a adequação dos aterros sanitários, também atribuindo responsabilidades das empresas para o melhor destino de seus resíduos produzidos.

A este processo pelo qual um produto é reintroduzido a uma cadeia de produção e distribuição dá-se o nome de Logística Reversa. Para além de um conceito, o processo reverso de utilização de materiais tem atraído investimentos, está amparado nos requisitos impostos pela Política Nacional de Resíduos Sólidos (PNRS) e é o foco do presente estudo cujo problema se apresenta a seguir: como a logística reversa é utilizada para criação de novos produtos através da reutilização do plástico na empresa MXR?

1.3 Hipótese

A hipótese a ser considerada nesse estudo é que a logística reversa tem tido um papel fundamental para agregar valor para a empresa citada que tem alcançado resultados satisfatórios na reutilização de material plástico na criação de novos produtos.

1.4 Objetivos

O presente trabalho tem como objetivo geral demonstrar a utilização da logística reversa para criação de novos produtos através do plástico na empresa MXR enquanto os objetivos específicos visam:

- Descrever a logística reversa como um modelo econômico;
- Demonstrar as etapas do processo de um novo produto através do plástico na empresa objeto do estudo;
- Apresentar os produtos finais do processo de fabricação na empresa.

1.5 Justificativa

Ao desenvolver essa pesquisa, será possível compreender que a logística reversa contribui na sociedade no diz respeito aos impactos ambientais e econômicos, já que ele tem parâmetros para o atendimento à legislação, como também criar alternativas de produtos derivados de resíduos (plásticos) através de uma visão empreendedora, justificando-se uma estratégia de inovação e tecnologia. Além do mais, o presente estudo de caso pode contribuir para que outras organizações e pesquisadores possam utilizar os dados coletados como parâmetros para implantação de sistemas próprios ou para propor outras análises sobre o tema.

2 FUNDAMENTAÇÃO TEÓRICA

Nesta seção, apresenta-se a revisão bibliográfica e os conceitos necessários à compreensão do objeto de estudo deste trabalho.

2.1 Logística

Na administração, a logística é uma etapa fundamental nas estratégias de muitas empresas, pois ela está inserida nas partes de produção e comercial, quando busca aquisição de matérias primas até o ponto do consumo final. Com isso, a logística é o elo das relações entre fabricantes, revendedores e transportadores para a entrega de bens aos consumidores.

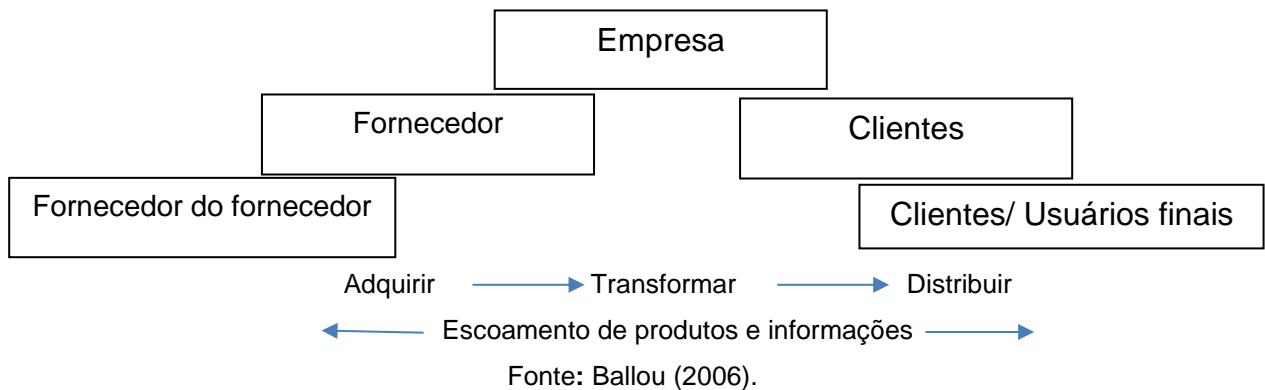
Conforme Ballou (2006), uma representação fiel do campo da logística foi a refletida na definição promulgada pelo Conselho de Gestão de Logística, *Council of Logistics Management (CLM)*, uma organização de gestores logísticos, educadores e profissionais da área, criada em 1962, para incentivar o ensino nesse campo e o intercâmbio de ideias. De acordo com esta definição, a Logística é o processo que envolve “planejamento, implantação e controle do fluxo eficiente e eficaz de mercadorias, serviços e das informações relativas desde o ponto inicial para o ponto do consumidor final com objetivo de suprir as necessidades dos clientes” (BALLOU, 2006, p. 27).

Um sistema tradicional logístico é formado por 16 componentes que formam sua cadeia completa e que são: serviço ao cliente, previsão de demanda, comunicações de distribuição, controle de estoque, manuseio de materiais, reposição de peças e serviços, pedidos para processamentos, escolhas de locais para fábrica, concepção de embalagem, manuseio de produtos devolvidos, reciclagem de sucata, tráfego e transporte, armazenagem e estocagem (BALLOU, 2006).

Há outros fatores que devem deixar a logística com maior relevância nas suas operações, como qualidade, agilidade e a informação, pois são requisitos que estão intrínsecos na ótica do cliente. Um caminho quase complexo nasce da origem das fontes de matéria-prima, passando pelas fábricas, para ser manufaturada em produtos, indo para os distribuidores e, por fim, estendendo-se na rede varejista para o consumidor final (NOVAES, 2015).

Na cadeia de suprimentos moderna, um escopo de colaboração em que haja integrantes para otimizar essa relação de custo-benefício é mostrado por Ballou (2006) na figura abaixo.

Figura 1 - Escopo da cadeia de suprimento moderna



Essa base conceitual também originou outros conceitos derivados como a logística reversa, que é central para este estudo e que se apresenta a seguir.

2.2 Logística reversa

A logística reversa tem, como objetivo principal, analisar materiais para que possam ser reprocessados e inseridos novamente na cadeia produtiva como novas fontes de matéria prima para criação de novos produtos ou destino para mercados secundários ou uma destinação desses resíduos de forma correta, baseada nas legislações ambientais.

A necessidade do equacionamento do retorno desses produtos se deu com a crescente quantidade de produtos com ciclo de vida cada vez mais menores, como também uma gama de variedade e modelos, sendo impulsionado pelo consumo da população. E, por falar em produtos, vale ressaltar suas características, pois isso se torna relevante para a criação de estratégias de negócios, que proporcionem transformar um problema em uma oportunidade lucrativa.

Segundo Donato (2008), essa mesma logística reversa é parte estratégica da própria logística em si, pois ela tem a missão de realizar o inverso de materiais ou produtos provenientes de avarias, obsolescências e má qualidade.

A logística reversa conduz uma gama de informações correlacionada entre si, formando uma grande cadeia de canais de distribuição reversa, com objetivo de obter

uma parte do valor no retorno do produto ou fazer o descarte de forma eficiente e adequada. Para tornar viável o sucesso dessas operações, são imprescindíveis os baixos custos e a viabilidade do negócio (COSTA; MENDONÇA; SOUSA, 2017).

Ainda para Leite (2017), há diversas razões para justificar a volta de vários produtos das categorias de pós-vendas e pós-consumo, pois neles estão envolvidos integridade da qualidade desses produtos; acordos comerciais que permitem o retorno; reparos, consertos ou manutenção de seus componentes; embalagens de retorno e interesse em sua realização; e o fim da vida útil do produto.

Figura 2 - Ciclo da Logística Reversa



Fonte: SINIR.

Segundo Leite (2017), a logística reversa pode ser classificada em duas áreas. A primeira seria a logística de pós-consumo em que partes dos produtos originais depois do fim de sua vida poderão ser desmanchadas, recicladas para outros mercados ou como fonte de novas matérias primas secundárias.

A segunda área é denominada logística de pós-venda quando se operacionaliza o fluxo físico de bens sem uso ou pouco uso, os quais retornam pelos mais variados motivos para os elos da cadeia de distribuição direta.

Um aspecto importante da logística reversa é que ela vem ganhando importância como uma estratégia de gestão da cadeia de suprimentos em circuito fechado, de negócios ambiental, lucrativo e sustentável (GRAND DAVID, 2013).

Em suma, a logística reversa busca a redução de produtos não conformes, avarias e o gerenciamento de resíduos tóxicos e não tóxicos, pois, para a logística reversa, a vida do produto não termina na sua entrega ao cliente.

2.3 A Política Nacional de Resíduos Sólidos (PNRS)

Durante muito tempo, várias empresas não se preocupavam com a forma que os seus produtos eram descartados após sua aquisição pelos consumidores. Hoje, porém, é notório o uso mais consciente de alguns produtos por parte da população e empresas em reutilizar partes de produtos de outras formas, agregando valor, com a esperança de minimizar esses impactos na natureza e na sociedade.

Dentre os fatores que podem explicar a mudança de postura em relação ao descarte de materiais, pode-se citar a percepção da possibilidade de lucros provindos da economia de vendas de produtos de segunda mão, produtos remanufaturados, materiais para substituir insumos primários para fabricação de novos produtos (MENDONÇA; INFANTE, 2017), mas também a criação de uma política em nível nacional para legislar a respeito da destinação de resíduos.

A Lei nº 12.305, de 2 de agosto de 2010, que criou a Política Nacional de Resíduos Sólidos (PNRS), frisa que a logística reversa é uma ferramenta de aplicação no reaproveitamento do ciclo de vida dos produtos, sendo considerado um modelo econômico sustentável e social. Com a lei de resíduos sólidos, as responsabilidades ficaram mais bem definidas para todos os agentes da sociedade.

Conforme art 15, capítulo III, diminuir significativamente esses tipos de resíduos nos aterros sanitários é uma meta da Política Nacional de Resíduos Sólidos (PNRS). Cada gerador de resíduo também tem seu objetivo. Reduzir, reutilizar e reciclar já são práticas comuns em muitas empresas em prol de atender também essa política, quando são criados indicadores internos estipulados em seus gerenciamentos de resíduos de qualquer natureza. Isso faz com que os impactos ambientais diminuam e, por sua vez, promovam a economia circular.

Para aquelas empresas que buscam um plano de inserção de modelo econômico circular conforme perfil produtivo, eles devem investir em tecnologia em

seus processos logísticos para obter retorno financeiros e não sofrer sanções nos descumprimentos das leis.

VI – formular estratégia para a promoção e difusão de tecnologias limpas para a gestão e o gerenciamento de resíduos sólidos;

VII – incentivar a pesquisa e o desenvolvimento nas atividades de reciclagem, reaproveitamento e tratamento dos resíduos sólidos;

VIII – propor medidas para a implementação dos instrumentos e efetivação dos objetivos da Política Nacional de Resíduos Sólidos (BRASIL, 2010, p. 48).

A possibilidade de criar novos produtos, com a cadeia da logística reversa, determina uma economia circular, pois envolve investimentos em pesquisa e desenvolvimento (P & D) e recursos humanos. Essa mesma ideia se solidifica em uma concepção de empresa verde, eliminando desperdícios, procurando outras fontes de matérias primas e tornando-se menos dependente dos recursos naturais.

Vale salientar que toda essa concepção advém do objetivo da Política de Resíduos Sólidos (PNRS) de tecnologia limpa para o desenvolvimento e o aprimoramento de novos produtos através de estudos para extrair desses resíduos uma nova fonte de tecnologia sustentável para auxiliar essas políticas públicas e fomentar a economia circular.

Esse conceito de criar, produzir e comercializar produtos, recuperando os recursos naturais, nasce também de uma necessidade econômica para mudar o estilo de consumo da sociedade.

3 METODOLOGIA

3.1 Método

Em uma pesquisa científica, deve-se construir um objeto de estudo para formatar uma análise de investigação, delimitando todo um contexto abordado para esse caso a ser estudado, sem esquecer suas etapas quantitativas e qualitativas.

O estudo de caso, como em outros métodos, é uma maneira de investigar um tópico empírico seguindo um conjunto de procedimentos desejados, mas tem como especificidade o aprofundamento em um caso específico (YIN, 2015).

3.2 Objeto de Estudo

A MXR tem como proposta inovar e ser referência no segmento de produtos de qualidade trabalhando com processamento de fibras naturais e resíduos recicláveis que são combinados e transformados em material semelhante à madeira natural, podendo substituí-lo em diversas aplicações.

Está situada na região metropolitana de Fortaleza, fazendo parte do grupo MXR-LOG Verde, em uma área de 17 metros quadrados e com filial no estado de Recife, São Paulo e Bahia.

Com alto investimento na aquisição de maquinários de última tecnologia, depois de visitar exposições na Ásia e Canadá, a empresa buscou desenvolver um novo produto através do plástico.

3.3 O Produto

A madeira plástica é um produto relativamente novo no mercado, com apelo ecologicamente correto, e sua fabricação é a partir da transformação de matérias-primas reaproveitáveis e de materiais recicláveis (como resíduos de plásticos e fibras vegetais). Desse processo resulta um produto que pode imitar e/ou substituir a madeira natural, com várias vantagens.

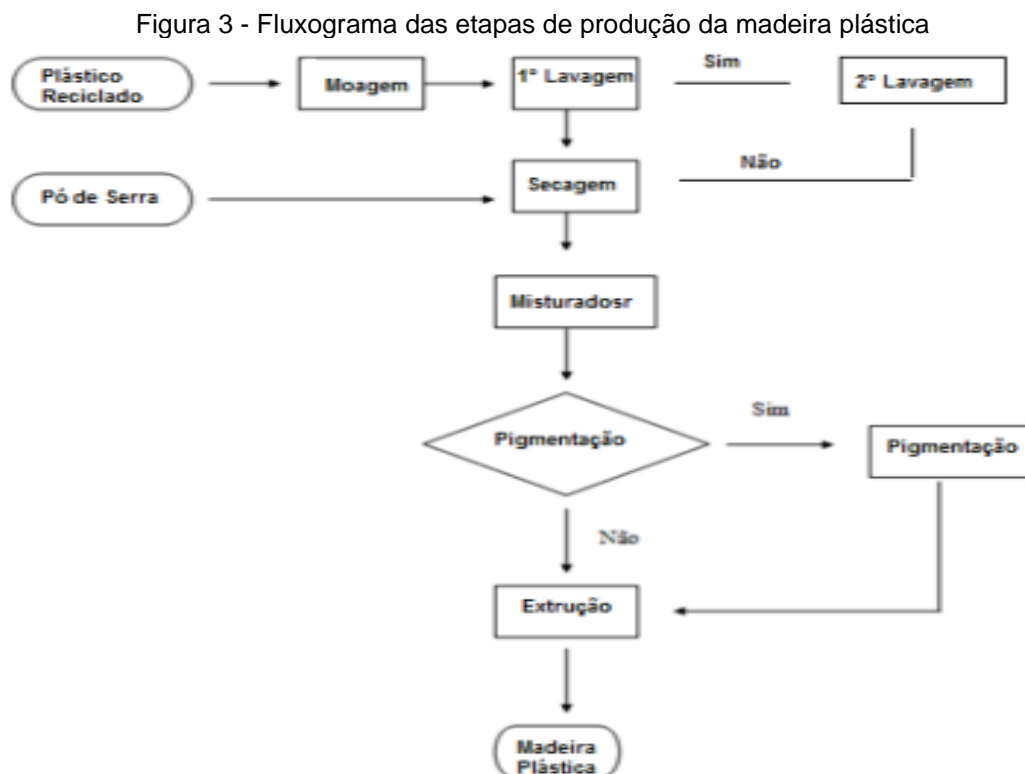
A base do produto é qualquer tipo de plástico reciclável, a que se pode agregar até 40% de fibras vegetais, tais como: serrim, fibra de coco, casca de arroz, raspas de couro, bambu, borra de café, algodão e mais uma infinidade de outras. Também é

comum introduzir corantes na mistura, criando opções de cores (desde que o resíduo plástico a ser usado seja claro).

O *wood-plastic composite* (WPC) (composto de madeira plástica) não pode ter o uso exclusivo de plástico, porque a combinação de fibras vegetais e plásticos é que faz com que o material tenha aparência e consistência de madeira. Isso permite que o produto possa ser pregado, parafusado, serrado, enfim, tratado como se fosse madeira natural, além de manter as principais características do plástico, por ser impermeável, ser imune a qualquer tipo de praga, não gera farpas etc. Se usarmos apenas plástico, não terá a mesma resistência, ficará muito flexível e não poderemos usar pregos, ou seja, não será uma madeira plástica, com isso as ferramentas usadas para trabalhar com essa nova matéria-prima podem ser as mesmas das usadas com a madeira natural.

3.4 O processo de fabricação

O processo de fabricação do produto mencionado pode ser observado no fluxograma abaixo:



Fonte: Oliveira (2005).

3.4.1 Plástico Reciclado

Conforme pode ser observado, a primeira etapa para a produção de madeira plástica é o recolhimento da matéria-prima: plástico. Nessa etapa, pode-se usar qualquer tipo de plástico, mas os mais utilizados são polietileno de baixa densidade e polietileno de alta densidade. O plástico passa por um processo de separação e qualificação antes de ir para a próxima etapa, uma vez que não será misturado com todos os tipos de substâncias. Uma boa estrutura para fazer a seleção desses materiais é fundamental para a qualidade do produto.

Figura 4 - Modelo de separação embalagem plástica (meramente ilustrativa)



Fonte: extraída da internet.

Os plásticos são separados por gênero, dos brancos aos coloridos, isto porque com o branco pode-se fazer perfis de cores claras, o que contribui para aplicação de alguns corantes para deixar o produto com opções de cores variadas para os clientes.

3.4.2 Lavagem

Finalizado o processo de separação, o plástico é lavado. Para esse processo, utiliza-se água e outras substâncias especiais para a remoção de impurezas, como gorduras, areia e outras substâncias. Algumas dessas impurezas são solúveis, isso facilita sua remoção por processo simples, porém, na maioria dos casos, elas não são, sendo necessárias substâncias mais agressivas, como o uso de solvente. Nesse caso, esse processo será novamente passado por uma segunda lavagem.

Figura 5 - Esquema de mistura de produtos, pó de madeira e embalagem plásticas



Fonte: Elaborado pelo autor (meramente ilustrativo).

3.4.3 Moagem

Nesta etapa do processo são depositados os materiais plásticos até formar grânulos, flocos, fibras e, em seguida, pó de madeira. Isso proporciona uma densidade, para qual será definida suas aplicações; também suas propriedades físicas e químicas auxiliam num melhor produto final.

No processo de moagem, utiliza-se um moinho com facas, que possui uma regulagem das mesmas, que são fixas e móveis; isso auxilia para definir o tamanho dos flocos. As facas fixas ficam em estrutura presa na máquina, enquanto as móveis ficam em um eixo unido dessa.

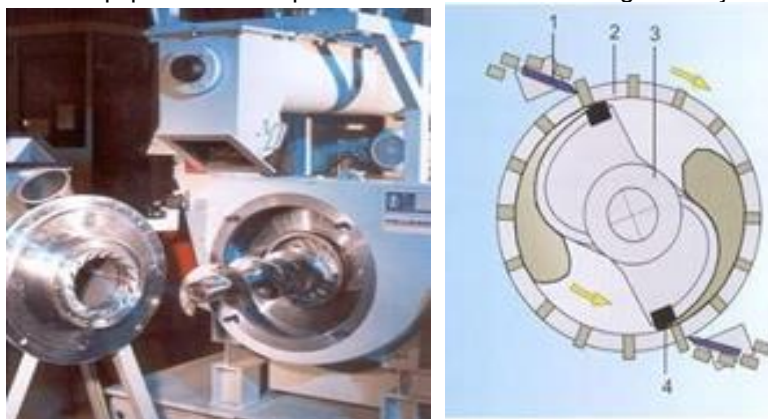
Abaixo da máquina, fica uma peneira para receber os flocos no tamanho definido e seguir para próxima etapa; enquanto isso, os demais flocos permanecem até atingir o tamanho ideal na moagem.

3.4.4 Secagem

Com o fim do processo de lavagem e moagem, o produto é levado para altas temperaturas e, com resultante de atrito e alta pressão gerada pela rosca e asa de aglomeração, aglomeram o plástico à fibra natural, formando assim aglutinando os materiais. Isso é determinado pelo coeficiente de dilatação.

- 1) Facas rotativas
- 2) Matriz perfurada
- 3) Asa de aglomeração
- 4) Peça de pressão

Figura 6 - Equipamentos de processo: rosca e asa de aglomeração (ilustrativo)



Fonte: <http://portaldamadeira.blogspot.com/>.

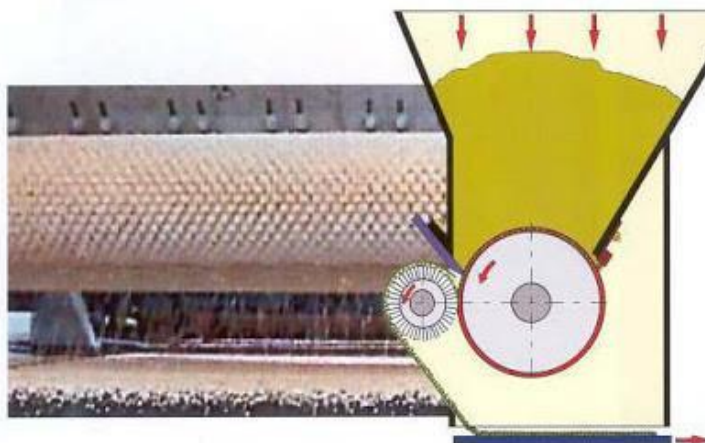
O método de secagem é fundamental para eliminar a total umidade das misturas, uma vez que o pó de madeira possui em média 40% de umidade. A relação de mistura, o tipo de material plástico, o tipo de fibra natural e seu teor de umidade são fatores decisivos no desempenho do equipamento, pois pode haver contaminação com ar; isso pode gerar entupimento no bico da próxima máquina.

Para uma melhor eficiência do sistema, é utilizada uma tecnologia de dosagem gravitacional; isso aumenta o fluxo contínuo dos materiais, mantendo a constante quantidade do granulado produzido. Preferencialmente processa-se materiais com teor de umidade de até 8%.

3.4.5 *Extrusão*

Esta etapa consiste no reprocessamento do plástico. Aqui literalmente a matéria-prima ganha forma. Os granulados do processo de moagem e secagem são transferidos para essa máquina chamada extrusora, quando serão fundidos e homogeneizados. Os pigmentos e as cargas são normalmente adicionados durante o processo de fundição também, mas também podem ser colocados junto com os granulados. A extrusora opera em várias faixas de temperaturas específicas de acordo com o tipo de plástico utilizado.

Figura 7 - Processo de extrusão dos materiais



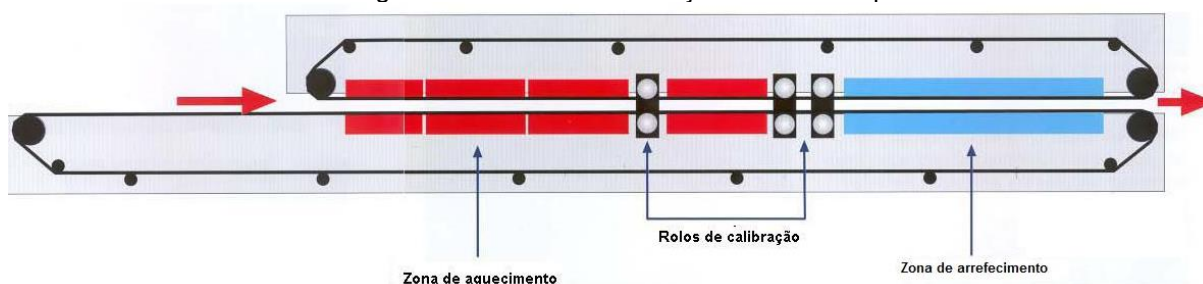
Fonte: <http://portaldamadeira.blogspot.com/>.

O processo de extrusão também auxilia na etapa de resfriamento e moldagem das peças depois da etapa de aquecimento devido a suas placas rolantes que operam no sentido anti-horário.

Os materiais de filamentos aglomerados são formados no processo de passagem por uma matriz perfurada e são então cortados no tamanho desejado por um dispositivo rotativo de corte.

Esse dispositivo de corte possui uma lâmina rígida nas cavidades dos eixos que são completadas com material. Com uma volta de $\frac{1}{4}$, no sentido anti-horário, o material é escovado por um rolete com cerdas. Em outra ação, uma força centrífuga desliza em um plano inclinado, sendo simultaneamente distribuída sobre a cinta.

Figura 8 - Esteira de fabricação de madeira plástica



Fonte: <http://portaldamadeira.blogspot.com/>.

No final do processo, um puxador retira o produto já pronto do processo de resfriamento. Após finalizar o processo de refrigeração, o material final resulta na madeira plástica.

3.4.6 Produtos finais

Dentre os produtos finais que fazem parte do portfólio da empresa feitos com a madeira plástica, estão: Lixeiras duplas, Lixeiras G e P, Bancos de praças, Tábua 6m x 2,5cm, Deck 3m, Barrote 8cm x 8cm, Minideck 42,5 x 42,5.

Figura 9 – Lixeira e Barrote



Lixeira Dupla



Barrote

Fonte: Ecomax.

Figura 10 – Tábua e Lixeira



Tábua Renova - Metro Linear

Lixeira P

Fonte: Ecomax.

4 RESULTADOS E DISCUSSÃO

4.1 A qualidade do produto derivado do processo de logística reversa

A madeira plástica, resultado do processo mencionado acima, apresenta todas as vantagens que o plástico em si tem: não tem odor, não é atacado por insetos ou fungos, não sofre ação de pragas, insetos e roedores, é resistente à umidade, à maresia e ao apodrecimento, podendo ser utilizada em todos os ambientes hostis à madeira tradicional e com durabilidade de até 100 anos, segundo o Serviço Brasileiro de Respostas Técnicas (SBRT).

Também apresenta uma maior fixação para pregos e parafusos, não solta farpas e pode ser trabalhada com as mesmas ferramentas da madeira como serrote e martelo. A madeira plástica pode ser pintada, mas existe a opção de ser pigmentada durante o processo de fábrica, dispensando pintura. Não precisa ser envernizada. É resistente a grandes temperaturas, à corrosão etc. É também resistente a diversos produtos químicos agressivos, como os ácidos e os álcalis (como a soda cáustica), assim como a muitos solventes tanto de uso doméstico quanto profissional, como as aguarrás. Suas características permitem uma limpeza com simples água e sabão ou qualquer detergente, doméstico ou industrial. Na sua estrutura para realizar a limpeza, permite uma redução de microrganismo e, também, a esterilização química; isso porque não possui porosidade que possa abrigar microorganismo e umidade.

Possui alta resistência superficial à chuva e à umidade (contrariamente à madeira), permitindo ser enterrada, por exemplo, sem grandes cuidados com proteção. Possui estabilidade estrutural e química no tempo, não empenando (curvatura) pela secagem ou pelo envelhecimento, e, também, na sua dilatação. Por ser um material fácil de ser pigmentado das mais diversas cores e com diversos tipos de pigmentos, como qualquer tipo plástico, não necessita ser pintada (e inclusive, pode impedir a pintura trivial). Pela sua característica, ela pode ser conformada em sua superfície com diversas texturas, como rugosas ou lisas, adequadas a diversas aplicações. Visualmente pode ganhar aspecto bastante semelhante, dependendo da pigmentação e textura, quase idêntica à madeira convencional.

Em síntese, as vantagens são:

- ECOLOGICAMENTE CORRETO;
- MAIS DURÁVEL QUE A MADEIRA TRADICIONAL;

- RESISTE À MAREZIA E UMIDADE;
- IMUNES A CUPINS;
- NÃO TÓXICO;
- NÃO ABSORVE ÁGUA;
- NÃO RACHA;
- NÃO SOLTA FARPAS;
- NÃO REQUER LIXAMENTO;
- NÃO NECESSITA PINTURA;
- FÁCIL LIMPEZA;
- BOA ADERÊNCIA;
- FABRICADO ATRAVÉS DE RESÍDUOS PLÁSTICOS.

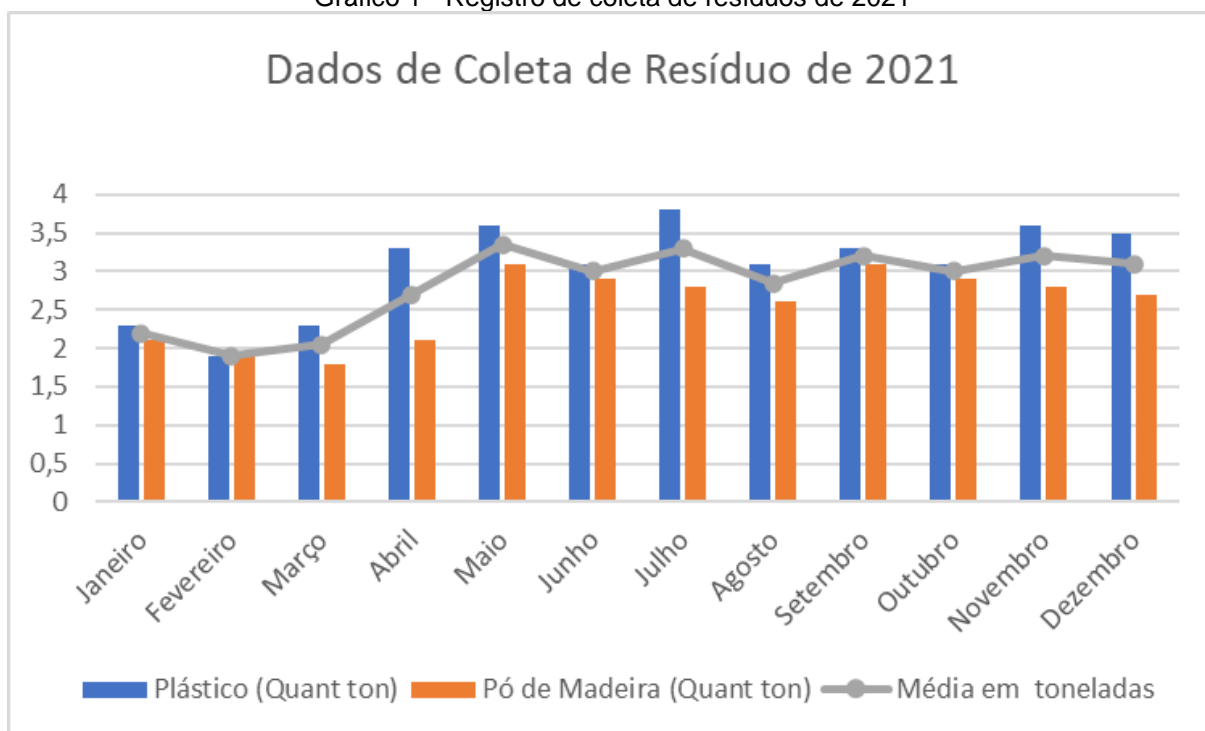
4.2 O impacto ecológico da utilização da logística reversa para a fabricação de produtos plásticos

Como foi mencionado antes, o processo de fabricação tratado neste estudo utiliza plástico, lixo, recolhido seletivamente pela logística reversa, diminuindo a quantidade de plástico das vias públicas e reduzindo a possibilidade de entupimento de esgoto, enchentes e deslizamento de terras. Também pode contribuir para a diminuição do volume de lixo sólido em aterros, pois falta de espaço para a construção desses empreendimentos é um dos maiores problemas das grandes cidades.

Adotar e aprimorar os mecanismos de coletas de resíduos sólidos de forma eficiente em toda a cadeia produtiva para a empresa MXR, esse é seu objetivo, mantendo o foco nos modelos sustentáveis e na eficiência da lucratividade dentro das leis socioambientais.

No que diz respeito à fabricação de produtos derivados de resíduos sólidos, através da logística reversa, a MXR coletou e reciclou 68 toneladas de resíduos nos períodos de 2020 a 2021, com média mensal de 2,82 toneladas entre plástico e pó de madeira.

Gráfico 1 - Registro de coleta de resíduos de 2021



Fonte: Elaborado pelo autor, com base informado pela empresa.

Com toda essa capacidade de resíduos coletados e reciclados, a empresa produz 600 placas de madeira de plástico, sendo seu padrão com 6 metros de comprimento. Isso é base para a confecção para a criação de vários produtos em sua linha de produção, tais como: mesas, lixeiras, divisórias para banheiros e assoalhos para contêineres e caminhões.

A empresa hoje também tem contratos com construtoras que prestam serviços para várias prefeituras do estado do Ceará, em projetos de praças e parques, para fabricação de bancos de madeira plástica, lixeiras e pequenas pontes.

Segundo seus proprietários, a empresa possui 40 funcionários diretos e 15 funcionários indiretos, gerando empregos na região de Itaitinga. A empresa possui uma frota de 3 veículos para coleta de resíduos e mais 2 veículos para entrega dos produtos fabricados.

Segundo estimativas da empresa, a previsão de crescimento é de 5 % em seus negócios nos próximos 3 anos, pois há planos de ampliar sua marca e seus produtos em outros estados; isso deve aumentar seu quadro de funcionários com o incremento de novos produtos em parceria com arquitetos e projetos de uso de novas matérias-primas, como é o caso da palha de arroz junto com plástico.

A empresa também informou que tem parcerias com a Universidade Federal do Ceará (UFC) na parte de pesquisa para teste de dilatação de seus produtos para garantir sua qualidade.

4.3 As vantagens econômicas da logística reversa

Dentro da perspectiva socioeconômica, a reciclagem é um propulsor de empregos diretos e indiretos; isso contribui para a melhoria da qualidade das pessoas. Esse tipo de atividade tem sua importância essencial também socioambiental de qualquer região, uma vez que promove o crescimento econômico sustentável.

A redução de padrões de consumo desenfreado e uma produção sustentável também contribuem para a preservação ambiental junto com os conceitos de preservação, reciclagem e reuso. As florestas e as matas são de extrema importância para o equilíbrio ecológico do planeta, especialmente para o bom funcionamento climático. Nesse sentido, a madeira plástica é uma boa alternativa para substituir a madeira, reduzindo sua exploração, pois sua vantagem mais importante é a preservação ambiental. Pelo fato de ser um material reciclado, esse é reciclável, portanto, não apresenta desperdício.

A logística reversa é parte do desenvolvimento sustentável de uma forma geral, pois ela é associada a práticas de conscientização do uso de materiais de forma equilibrada e vantajosa. Segundo pesquisa realizada pela Associação Brasileira de Limpeza Pública e Resíduos Especiais (Abrelpe), os materiais reciclados secos mostram um índice de 33,6% do total de 82,5 milhões de toneladas anuais de resíduos sólidos urbanos (RSU). Todo esse montante foi produzido nos períodos de pandemia, nos anos de 2020 e 2021, e contabiliza 27,7 toneladas de resíduos sólidos recicláveis. Embora números crescentes, o Brasil ainda tem grande oportunidade de ser protagonista entre algumas nações, no que diz respeito à reciclagem, com o mesmo grau de desenvolvimento econômico, como Chile, Argentina, Turquia e África do Sul.

Ainda dentro dessa pesquisa, os recicláveis secos são classificados como: plásticos (16,8 % que representam 13,8 toneladas por ano), papel e papelão (10,4%, ou 8,57 milhões de toneladas anuais); temos também vidro com 2,7%, metais com 2,3% e as embalagens multicamadas com 1,4%.

Gráfico 2 - Dados de materiais de resíduos secos

Material	Quantidade (t/ano)	Quantidade (t/dia)
Plásticos	<u>13.856.173,80</u>	37.962,12
Papel e Papelão	<u>8.577.631,40</u>	23.500,36
Vidro	<u>2.226.885,08</u>	6.101,06
Metais	<u>1.896.976,18</u>	5.197,20
Embalagens multicamadas	<u>1.154.681,15</u>	3.163,51

Fonte: Abrelpe.

Para resíduos plásticos de pós-consumo, 23,1% foram reciclados no ano de 2020 no Brasil, aponta estudos realizados pelo Plano de Incentivo à Cadeia do Plástico (PICPlast), e houve uma leve queda de 1% ao ano de 2019 devido ao início da pandemia. Com relação ao consumo de plástico desse mesmo ano, foram consumidas 1,4 toneladas de resíduos plásticos de reciclagem, um incremento de 5,8%, comparado com 2019.

Ainda para as empresas químicas que trabalham com beneficiamento de materiais recicláveis, uma outra avaliação nos mesmos períodos de 2018 a 2020 foi feita pela MaxiQuim, empresa responsável pelo acompanhamento e pela evolução do tamanho da reciclagem no Brasil. Apontou um aumento de faturamento de 17,7% dessas empresas, isso já corrigido pelo Índice Nacional de Preços ao Consumidor Amplo (IPCA) do mesmo período, embora houvesse uma queda na geração de empregos, ocasionada pela pandemia. Esse relatório foi divulgado em novembro de 2021.

Gráfico 3 - Evolução de Indicadores

EMPRESAS, FATURAMENTO, EMPREGOS

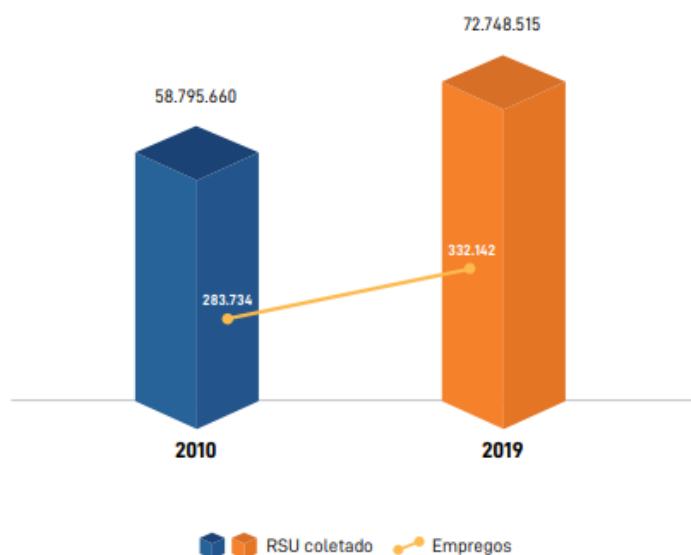
Evolução no período analisado



Fonte: MaxiQuim: Relatório Cálculo de índice reciclagem mecânica de plástico.

Dados publicados do Panorama de Resíduos Sólidos no Brasil, pela Associação Brasileira de Empresa de Limpeza Resíduos Especiais (Abrelpe), informam que, depois de implantação da Política Nacional de Resíduos Sólidos (PNRS), observou-se um acréscimo de 17% no número de geração de emprego, que corresponde a 48.000 mil empregos diretos no setor de 2010 a 2019.

Figura 4 - Gráfico de geração de emprego
RSU COLETADO (T/ANO) X EMPREGOS DIRETOS GERADOS NO SETOR (2010-2019)



Fonte: Panorama de Resíduos Sólidos no Brasil – Abrelpe.

O Acordo Setorial para Implantação do Sistema de Logística Reversa de Embalagens em Geral, assinado em 25/11/2015, teve como objetivo garantir a destinação correta dos resíduos finais. Isso contemplou acordo de apoio com

catadores de materiais recicláveis. Ainda há a estruturação de rede de logística reversa e o aumento de agentes envolvidos, mais recicláveis reinseridos para novos ciclos produtivos.

O processo de separação e coleta de materiais recicláveis, pela logística reversa e pela ajuda das cooperativas de catadores, não só contribui para redução nos aterros sanitários e nos gases de efeito estufa, mas também criou oportunidades de empregos nas indústrias e nas comunidades. Reciclar e reutilizar criam pelo menos 9 vezes mais empregos do que aterros sanitários e incineradores, aponta o site eco.cycle.org. Podemos exemplificar alguns como: motorista de caminhão, supervisores de processos de recicláveis, operadores de coletas etc.

Conforme dados da Associação Brasileira de Logística (Aslog) e do Conselho de Logística Reversa do Brasil, (CLRB), informado pela Associação Brasileira de Supermercados (ABRAS), a logística reversa já movimentou cerca de 20 bilhões de dólares nos últimos seis anos. Vale ressaltar que a Política Nacional de Resíduos Sólidos (PNRS) fortaleceu a cadeia de valor na economia brasileira, trazendo maior competitividade e satisfação para os consumidores.

5 CONSIDERAÇÕES FINAIS

No estudo de caso, foi possível perceber as vantagens da implantação da logística reversa para a destinação correta dos resíduos; nesse caso, na criação de produtos ecologicamente corretos. No que tange à empresa MXR, podemos concluir que seus produtos, derivados de materiais recicláveis, e seu programa eficiente de logística reversa atendem as legislações ambientais, contribuem com a economia sustentável, promovem sua imagem na sociedade e buscam ser exemplo de empresa verde, sendo um referencial de inovação e pesquisa no mercado local, como também no desenvolvimento de novas receitas com plástico.

Em relação aos produtos criados pela empresa, já existe uma grande aceitação, embora no Brasil a madeira plástica ainda possa ser pouco difundida no comércio. Para isso, a empresa acredita em novos lançamentos de linha de produtos feito pelo plástico e no apelo ecologicamente correto. Isso facilitará cada vez o aumento de divulgação desses produtos.

No tocante ao resultado, conclui-se que a logística reversa pode ser uma solução alternativa para a questão do reaproveitamento de produtos recicláveis com impacto econômico e ambiental positivo através da consolidação da economia circular devido ao aumento de muitas empresas cientes de seu papel na sociedade e com o planeta.

Vale ressaltar que a pesquisa foi limitada por razões de segredos industriais, levando em ênfase a opção de metodologia de estudo de caso único e a coleta de dados empíricos, repassados pelos elementos desse estudo por meio de entrevista em profundidade. A amplitude das respostas foi mensurada pelo conhecimento da experiência tanto do entrevistado como do pesquisador, como provável viés e influência na interpretação das evidências que foram surgindo nas análises dos dados.

Todavia, salienta-se que esse estudo possa trazer suas contribuições significativas que facultaram a compreensão de toda uma cadeia logística reversa estimulada por um conjunto de regras ambientais e pela perspectiva da competitividade de prover produtos derivados do plástico.

REFERÊNCIAS

ARBACHE, Fernando Saba. **Gestão de Logística, Distribuição e Trade Marketing**. Rio de Janeiro: Edição FGV - FGV Management, 2011.

ABRAS. **Logística reversa cresce, soma US \$20 bi e prevê crescer 10%**. 2011. Disponível em: <https://www.abras.com.br/clipping/geral/18566/logistica-reversa-cresce-soma-us-20-bi-e-preve-crescer-10>. Acesso em: 05 nov. 2022.

ABRE. **Reciclagem no Brasil**. São Paulo, 2004. Disponível em: https://www.abre.org.br/meio_reciclagem.php.htm. Acesso em: 01 maio 2022.

ABRELPE – Associação Brasileira de Empresas de Limpeza Pública e Resíduos Especiais. **Panorama dos Resíduos Sólidos no Brasil**. ABRELPE. São Paulo, 2012. Disponível em: <https://abrelpe.org.br/panorama/>. Acesso em: 08 set. 2022.

BALLOU, R. H. **Gerenciamento da Cadeia de Suprimentos: planejamento, organização e logística empresarial**. Tradução Elias Pereira. 4. ed. Porto Alegre: Bookman, 2006.

BERALDO, L. Índice de reciclagem no Brasil é de apenas 4%, diz Abrelpe. **Agência Brasil**, 2022. Disponível em: <https://agenciabrasil.ebc.com.br/geral/noticia/2022-06/indice-de-reciclagem-no-brasil-e-de-4-diz-abrelpe>. Acesso em: 01 out. 2022.

BRASIL. **Lei N° 12.305** de 02 de agosto de 2010 - Política Nacional de Resíduos Sólidos (PNRS). Disponível em: https://www.planalto.gov.br/ccivil_03/_ato2007-2010/2010/lei/l12305.htm. Acesso em: 09 set. 2022.

COMPOSTO DE MADEIRA PLÁSTICO - WPC - Produção de Granulados. **Portal da Madeira**, 2010. Disponível em: <http://portaldamadeira.blogspot.com/search/label/Composto%20Madeira%20PI%C3%A1stico%20-%20WPC%20-%20Wood%20Plastic%20Composite>. Acesso em: 11. ago. 2022.

CRAMER, P. M. **Estudo Sobre de Reaproveitamento de Resíduos na Indústria Plástica, com apoio da Logística Reversa**. 2010. Monografia (Graduação) - Curso de Bacharel em Administração, Universidade Federal do Rio Grande do Sul, Porto Alegre, 2010.

DONATO, V. **Logística Verde - Uma Abordagem Sócio-Ambiental**. 1. ed. São Paulo: Editora Ciência Moderna, 2008.

FERREIRA, C. **Logística reversa: Aspectos importantes para a administração de empresas**. Disponível em: <https://www.guiadelogistica.com.br/ARTIGO402.htm>. 24 abr. 2007. Acesso em: 01 ago. 2022.

GRAND, D. B. **Gestão de logística e cadeia de suprimentos**. (Tradução Arlete Simille). 1. ed. São Paulo: Saraiva, 2013.

LACERDA, L. **Logística reversa**: Uma visão sobre os conceitos básicos e as práticas. 2002. Disponível em: [https://www.sargas.com.br/site/artigos/pdf/artigo_logistica Reversa Leonardo lacerda.pdf](https://www.sargas.com.br/site/artigos/pdf/artigo_logistica%20Reversa%20Leonardo%20lacerda.pdf)>. Acesso em: 10 maio 2022.

LEITE, P. R. **Logística Reversa**: Sustentabilidade e Competitividade. 3. ed. São Paulo: Saraiva, 2017.

NOVAIS, G. A. **Logística e Gerenciamento da Cadeia de Distribuição**. 4. ed. São Paulo: Edição Campus, 2015.

OHARA, S. W. **Estudo das Propriedades Mecânica da Madeira Plástica**. 2011. Monografia (Graduação) - Curso de Engenharia Mecânica, Universidade Estadual Paulista, Guaratinguetá, 2011.

PICPLAST. **Estudo aponta que 23,1% dos Resíduos Plásticos Pós-Consumo foram reciclados em 2020 no Brasil**. 2021. Disponível em: <https://www.picplast.com.br/detalhe-noticia/estudo-aponta-que-231-dos-residuos-plasticos-pos-consumo-foram-reciclados-em-2020-no-brasil>Acesso em: 08 de set de 2022.

PLANARE. Disponível em: https://www.gov.br/mma/pt-br/assuntos/agendaambientalurbana/lixao-zero/plano_nacional_de_residuos_solidos-1.pdf. Acesso em 21 nov. 2022.

PNUMA. Disponível em: <https://brasil.un.org/pt-br/123509-pnuma-alerta-que-e-preciso-acelerar-acoes-para-conter-poluicao-por-plasticos>. Acesso em: 18 out. 2022.

VALLE, R.; SOUSA, R. **Logística Reversa**: Processo a processo. São Paulo: Atlas, 2017.

TISSOT, M. J. **Gestão em uma empresa de Reciclagem de Materiais Plásticos**. Artigo (MBA) - Curso de Executivo em Gestão e Liderança Organizacional, Universidade do Sul de Santa Catarina, 2017.

YIN, K. R. **Planejamento e Métodos**. Tradução Cristhiam Matheus Herrera 5. ed. Porto Alegre: Editora Bookman, 2015.