

MINISTÉRIO DA EDUCAÇÃO
UNIVERSIDADE FEDERAL DO RIO GRANDE DO SUL
Escola de Engenharia
Programa de Pós-Graduação em Engenharia de Minas, Metalúrgica e de Materiais
PPGE3M

**MADEIRA PLÁSTICA: ESTUDO DE VIABILIDADE TÉCNICO E ECONÔMICO A
PARTIR DO RESÍDUO SÓLIDO**

Aquiles Bezerra Almeida

Dissertação para obtenção do título de Mestre em Engenharia

Porto Alegre

2013

MINISTÉRIO DA EDUCAÇÃO
UNIVERSIDADE FEDERAL DO RIO GRANDE DO SUL
Escola de Engenharia
Programa de Pós-Graduação em Engenharia de Minas, Metalúrgica e de Materiais
PPGE3M

**MADEIRA PLÁSTICA: ESTUDO DE VIABILIDADE TÉCNICO E ECONÔMICO A
PARTIR DO RESÍDUO SÓLIDO**

Aquiles Bezerra Almeida

Engenheiro de Produção

Trabalho realizado no Departamento de Materiais da Escola de Engenharia da UFRGS, dentro do Programa de Pós-Graduação em Engenharia de Minas, Metalúrgica e de Materiais – PPGE3M, como parte dos requisitos para a obtenção do título de Mestre em Engenharia.

Área de Concentração: Ciência e Tecnologia de Materiais

Porto Alegre

2013

Esta Dissertação foi julgada adequada para a obtenção do título de Mestre em Engenharia, área de concentração de Ciência e Tecnologia dos Materiais e aprovada em sua forma final, pelo Orientador e pela Banca Examinadora do Curso de Pós-Graduação.

Orientador: Prof^a. Dr^a. Ruth Marlene Campomanes Santana

Banca Examinadora:

Prof. Dr. Francisco Paulo Santos - UFRGS

Dra. Franciélli Müller - UFRGS

Dr. Fernando Silveira - BRASKEM

Prof. Dr. Telmo Roberto Stronhaecker

Coordenador do PPGE3M

“Faça tudo, como tudo dependesse de você, sabendo que tem um Deus que está sempre no comando... A fé na vitória tem que ser inabalável...”

Adaptado

DEDICATÓRIA

À Deus.

À minha família que é a minha base.

À professora Ruth pela dedicação e compreensão.

AGRADECIMENTOS

Gostaria de agradecer primeiramente a Deus, que me deu saúde e força para vencer mais esta etapa em minha caminhada de vida.

A profa. Dra. Ruth Marlene Campomanes Santana pela orientação, dedicação, estímulo, confiança, paciência, convivência amiga e pelo apoio e incentivo nas horas difíceis na realização deste trabalho, o meu muito obrigado.

Aos meus Pais, Valmir e Socorro, pelo amor incondicional transmitido e todo suporte que mesmo distante deles eu consigo ter.

A minhas irmãs Elda e Chiara, meus sobrinhos Kaue, Giovanna, Matheus e Pedro, por todos os momentos em minha vida, incentivo em momentos difíceis e pelo amor compartilhado.

A minha equipe de trabalho da Braskem, em especial ao Samuel e o Caputo pela compreensão e pelo apoio, companheirismo e alegre convivência.

A amiga e companheira de mestrado Patricia Rocha, pelo grande incentivo que prestou durante o período.

A todos os professores que convivi e de quem fui aluno, em especial aos professores do Hugo, Nestor e Rejane.

A todos os amigos e colegas que de alguma forma me ajudaram e me incentivaram a chegar até aqui. Em especial aos amigos irmão Cristiano, Max, Anselmo, Eduardo e meu compadre Rubens.

Aos novos colegas e amigos de Porto Alegre.

As minhas amigas irmã Monica, Luciana e Aurea. E a minha namorada Monique por ter me apoiado nessa reta final.

Ao meu grupo de amigos “Os Melhores” que fazem a minha vida mais feliz, agitada e animada. Vocês sempre estarão por perto.

E por fim, a todos que, de alguma forma, contribuíram para a realização deste trabalho.

TRABALHOS PUBLICADOS

- ALMEIDA, A. B., SANTANA, R. M. C. Estudo preliminar da viabilidade técnica e econômica da madeira plástica a partir do resíduo sólido: **20 Congresso Brasileiro de Engenharia e Ciência dos Materiais - 20 CBCiMat**, Joinville - Brasil, 2012. P.11706-11713.ISSN 2179-328X (trabalho completo).

SUMARIO

1. INTRODUÇÃO	21
2. OBJETIVOS	24
2.1. Objetivo Geral	24
2.2. Objetivos Específicos	24
3. REVISÃO BIBLIOGRÁFICA.....	25
3.1. Resinas plásticas	25
3.2. Termoplásticos	25
3.2.1. Polipropileno	27
3.2.2. Polietileno	28
3.3. Compósitos poliméricos	29
3.3.1. Classificação dos compósitos.....	31
3.3.1.1. Compósitos reforçados com partículas	31
3.3.1.2. Compósitos reforçados com fibras.....	31
3.4. Aplicação de Termoplásticos	32
3.5. Resíduo sólido.....	32
3.6. Reciclagem	35
3.6.1. Reciclagem mecânica	38
3.6.2. Coleta Seletiva.....	39
3.6.3. Índices de Reciclagem Mecânica de Plástico no Brasil.....	42
3.7. Madeira	45
3.7.1. Componentes da madeira	46
3.7.2. Vantagens e desvantagens do uso da madeira como material.....	47
3.7.3. Causas e consequências do desmatamento	47
3.7.4. Espécie de Madeira - Eucalipto	49
3.8. Casca de arroz.....	50
3.8.1. Casca de arroz como matéria-prima	50
3.8.2. Problemática do resíduo casca de arroz	50
3.9. Madeira Plástica	51

3.9.1.	Origem e Desenvolvimento da Madeira Plástica	52
3.9.2.	Estudos sobre a madeira plástica no Brasil	53
3.9.3.	Processo produtivo.....	53
3.9.4.	Normas e associações ligadas a Madeira plástica.....	56
3.9.5.	Avanços Tecnológicos no Processamento de madeira plástica	57
3.9.6.	Aplicações da madeira plástica.....	58
3.9.7.	A Madeira plástica como fator de sustentabilidade	59
3.10.	Sustentabilidade.....	60
3.11.	Logística Reversa.....	61
3.12.	Conceitos Econômicos.....	63
3.12.1.	Classificação de empresas	63
3.12.2.	Análise de Viabilidade	64
3.12.3.	Metodologias de análise de viabilidade.....	65
3.12.4.	Taxa Interna de Retorno – TIR	66
3.12.5.	Taxa Mínima de Atratividade – TMA.....	67
3.12.6.	Valor Presente Líquido – VPL	68
3.12.7.	Período de Payback	68
4.	METODOLOGIA	70
4.1.	Aquisição de dados em empresas do ramo	70
4.2.	Aquisição de dados com instituições de ensino	71
4.3.	Aquisição de dados com cooperativas de reciclagem de Resíduo sólido urbano).....	71
4.4.	Estudo de viabilidade técnico e econômico da Madeira plástica	72
4.5.	Análise de sensibilidade.....	73
4.6.	Matriz SWOT	75
5.	Resultados e Discussão	76
5.1.	Etapa I: Aquisição de dados em cooperativas beneficiamento do resíduo plástico.....	76
5.2.	Etapa II: Análise da aquisição de dados de instituições de ensino	80
5.2.1.	Processo	81
5.2.2.	Matéria-prima.....	81

5.2.3.	Ensaio de caracterização	82
5.2.4.	Trabalhos publicados e as principais linhas de pesquisa.....	83
5.2.5.	Patentes	84
5.2.6.	Parcerias de empresas privadas nos projetos de reciclagem e madeira plástica.....	84
5.3.	Etapa III: Análise da aquisição de dados do setor industrial do ramo	85
5.3.1.	Questões técnicas.....	85
5.3.1.1.	Processo de produção	85
5.3.1.2.	Matéria-prima.....	87
5.3.1.3.	Carga	87
5.3.1.4.	Laboratório de controle de qualidade (LCQ), padrões ASTM e ABNT	88
5.3.1.5.	Patentes e Marcas	89
5.3.1.6.	Avanços tecnológicos no processamento.....	92
5.3.2.	Questões econômicas	93
5.3.2.1.	Balanço de custos.....	93
5.3.2.1.1.	Custos Fixos.....	94
5.3.2.1.2.	Custos variáveis.....	94
5.3.2.2.	Equipamentos.....	94
5.3.2.3.	Informações de Matéria-prima e fonte das cargas	95
5.3.2.4.	Recebimento da Matéria-Prima.....	97
5.3.2.5.	Vendas e incentivos	98
5.3.2.6.	Marketing	98
5.4.	Etapa IV: Análise da viabilidade técnica-econômica.....	101
5.4.1.	Estudo de viabilidade técnica-econômica	101
5.4.2.	Análise de sensibilidade	105
5.4.2.1.	Verificação dos Pressupostos.....	105
5.4.2.2.	Verificação das previsões.....	108
5.4.2.3.	Análise de dispersão	110
5.4.2.4.	Considerações finais.....	113
5.5.	Análise SWOT	113

6.	CONCLUSÃO.....	117
7.	SUGESTÕES PARA TRABALHOS FUTUROS.....	119
8.	BIBLIOGRAFIA.....	120

ÍNDICE DE FIGURAS

Figura 1 – Simbologia utilizada para identificação de embalagens poliméricas	26
Figura 2 – Estrutura do mero repetitivo do polipropileno	28
Figura 3 - Estrutura do mero repetitivo do polietileno	28
Figura 4 – Esquema das diferentes classes de polietileno	28
Figura 5 – Principais aplicações dos produtos de poliolefinas	29
Figura 6 – Representação esquemática dos componentes de um compósito	30
Figura 7 – Micrografia da superfície de um compósito particulado PP/CaCO ₃	31
Figura 8 - Geração per capita de resíduos no Brasil e no mundo (kg)	33
Figura 9 - Fluxo da logística reversa aplicado à cadeia de plásticos	37
Figura 10 - Fluxo de reciclagem	38
Figura 11 – Pós-consumo de material plástico	38
Figura 12 - Municípios com coleta seletiva no Brasil	39
Figura 13 – Gráfico da regionalização dos Municípios com coleta seletiva no Brasil	40
Figura 14 – Mapa do Brasil com a indicação dos municípios que contem coleta seletiva	40
Figura 15 – Comparativo da coleta seletiva nos anos desde 1999 a 2012	41
Figura 16 – Perfil dos plásticos reciclados	41
Figura 17 – Recicladores x Municípios com coleta seletiva estruturadas	42
Figura 18 – Distribuição por tipo de empresa da IRMP no Brasil	43
Figura 19 – Distribuição dos Segmentos de Mercado	43
Figura 20 – Comparativo anual da IRMP pós consumo	44
Figura 21 - IRMP (Brasil no Contexto Mundial)	45
Figura 22 - Gráfico x: Desmatamento da Amazônia ao longo do tempo	48
Figura 23 - Madeira ilegal apreendida na reserva indígena do Alto Guama, em Nova Esperança do Piriá (PA)	49
Figura 24 – Fluxo macro de desenvolvimento da madeira plástica.....	51
Figura 25 - Extrusora peletizadora de rosca dupla	55
Figura 26 - Fluxograma de Produção da Madeira Plástica	56
Figura 27 - Principais mercados para compósitos termoplásticos com madeira por aplicação	58
Figura 28 – Alguns exemplos de madeira plástica	59
Figura 29 - Equilíbrio entre as dimensões econômica, social e ambiental.....	61
Figura 30 – Atividades típicas do processo logístico reverso	63
Figura 31 – Fluxos reversos: agregando valor	63
Figura 32 - Processo de simulação de Monte Carlo para uma situação de quatro variáveis	74
Figura 33 – Área de seleção do material na cooperativa da cidade de Dois Irmãos	79
Figura 34 – Flakes de polipropileno obtidos no processo de beneficiamento do resíduo plástico	79

na cooperativa da cidade de Dois Irmãos

Figura 35 – Sistema de lavagem e secagem no processo de beneficiamento do resíduo plástico da cooperativa da cidade de Dois Irmãos	80
Figura 36 – Fluxo de reciclagem comum	80
Figura 37 – Retrato do mercado de reciclagem	81
Figura 38 – Extrusora da empresa Região SUL 1	88
Figura 39 – Ilustração de uma extrusora de dupla rosca típica	88
Figura 40 – Ilustração dos componentes para a produção da mistura da madeira plástica na forma de grânulos	89
Figura 41 – Ilustração dos componentes para a produção da madeira plástica	99
Figura 42 – “folder” de divulgação da empresa Região SUL 1	100
Figura 43 – “galpão sustentável” fabricado de madeira plástica	100
Figura 44 – Demonstração do pressuposto investimento	105
Figura 45 – Demonstração do pressuposto receita do produto estaca	105
Figura 46 – Demonstração do pressuposto receita do produto mourão	107
Figura 47 – Gráfico de tendência das 3 previsões em função das faixas de certeza	108
Figura 48 – Distribuição da probabilidade da previsão VPL/INV	108
Figura 49 – Gráfico de sensibilidade ao VPL	109
Figura 50 – Distribuição da probabilidade da previsão VPL/INV	110
Figura 51 - Gráfico de Dispersão, Exibição Matriz, com Linhas Opcionais e Correlações	111
Figura 52 - Gráfico de Dispersão dos elementos estudados e suas Correlações	112
Figura 53 - Gráfico de Dispersão da correlação VPL versus VPL/INV	112

ÍNDICE DE TABELAS

Tabela 1 – Código e siglas utilizadas para identificar os materiais plásticos	26
Tabela 2 - Produção e consumo global de alguns plásticos e suas capacidades utilizadas em 2010	27
Tabela 3 - Utilização do plástico por setor no Brasil	32
Tabela 4 – Composição do lixo e o nível de renda	34
Tabela 5 – PNRS - Comparação do antes e depois	35
Tabela 6 – Comparativo da IRMP 2010 x 2011	44
Tabela 7 - Subdivisões das árvores	46
Tabela 8 – Vantagens e desvantagens da madeira como material	47
Tabela 9 - Classificação do porte da empresa	64
Tabela 10 – Modelo de Matriz SWOT	75
Tabela 11 – Demonstração empresa x tipo da matéria-prima	87
Tabela 12 – Demonstração empresa x (LCQ) / Padrões de teste e normas	88
Tabela 13 – Relação das patentes do Vladimir Kudrjajzew	90
Tabela 14 – Relação das patentes contendo no resumo “COMPOSITOS TERMOPLASTICOS”	90
Tabela 15 – Relação das patentes contendo no título “MADEIRA PLÁSTICA”	91
Tabela 16 – Relação das patentes contendo no campo resumo “MADEIRA PLÁSTICA”	91
Tabela 17 – Demonstração empresa porte / capacidade / N° de funcionários	93
Tabela 18 – indicação de classificação de empresa quanto ao porte	93
Tabela 19 – Demonstração empresa porte / capacidade / Turno e MO operacional	94
Tabela 20 – Demonstração dos equipamentos contidos nas empresas	95
Tabela 21 - Preço do material reciclável (preço da tonelada em real)	96
Tabela 22 – Demonstração das empresas x Flakes x RSU	97
Tabela 23 – Resumo dos custos operacionais	102
Tabela 24: Demonstração da capacidade total de produção	103
Tabela 25 – Resultados da análise econômica	104
Tabela 26 – Matriz SWOT	115

LISTA DE ABREVIATURAS E SÍMBOLOS

ASTM	American Society for Testing and Materials
ABNT	Associação Brasileira de Normas Técnicas
ABIPLAST	Associação Brasileira da Indústria do Plástico
ABMACO	Associação Brasileira de Materiais Compósitos
ABRE	Associação Brasileira de Embalagens
ABRELPE	Associação Brasileira de Empresas de Limpeza Pública e Resíduos Especiais
CEMPRE	Compromisso Empresarial para Reciclagem
EU	madeira de eucalipto
IBAMA	Instituto Brasileiro do Meio Ambiente e dos Recursos Naturais Renováveis
IF	Índice de fluidez
IPS	Intermediate Pressure Separator
IR	Infravermelho
LLDPE	Linear Low Density Polyethylene
LPS	Low Pressure Separator
LCQ	Laboratório de Controle de Qualidade
mPEBDL	Polietileno Linear de Baixa Densidade Metalocênico
PE	Polietileno
PEAD	Polietileno de Alta Densidade
PEBD	Polietileno de Baixa Densidade
PEBDL	Polietileno de Baixa Densidade Linear
PEMD	Polietileno de Média Densidade

PET	Polietileno Tereftalato
PEUBD	Polietileno de Ultra Baixa Densidade
PIB	Poliisobuteno
PNRS	Plano Nacional de Resíduo Sólido
PP	Polipropileno
PS	Poliestireno
PVC	Policloreto de vinila
PEUBD	Polietileno de Ultra Baixa Densidade
SWOT	Strengths (Forças), Weaknesses (Fraquezas), Opportunities (Oportunidades) e Threats (Ameaças).
RSU	Resíduo Sólido Urbano
TIR	Taxa Interna de Retorno
TMA	Taxa Média de Atratividade
VPL	Valor Presente Líquido
VPLa	Valor Presente Líquido Anualizado
IBC	Índice Benefício/Custo
ROIA	Retorno Adicional sobre o Investimento

RESUMO

O tema sustentabilidade espalhou-se por todo o mundo e em direção única de avanço. Nesse contexto, a agregação de valor em materiais que até então não tinham valor, ganha novo incentivo. O mercado vislumbrado no uso dos resíduos plásticos na composição da madeira plástica, acena como mais uma opção de destinação adequada e oportunidade de negócios. Os materiais lignocelulósicos são adicionados aos plásticos visando melhorar as propriedades térmicas, mecânicas e em particular reduzir os custos da composição do material polimérico e a geração de efluentes e/ou resíduos poluentes. A madeira plástica (MP) a partir de poliolefinas pós-consumo e de serragem do setor madeireiro, surgiu como alternativa da madeira convencional. O mercado de MP representa um volume representativo para mudança de destinação e para valorização destes resíduos sólidos através da reciclagem. Nesse sentido, o objetivo deste estudo é avaliar a viabilidade técnica e econômica da produção de madeira plástica. A parte técnica foi realizada frente a quatro instituições de ensino com referência no tema, distribuídas em quatro regiões do país, através de questionários respondidos. Visitas realizadas em duas delas permitiu ter um panorama no âmbito das linhas de pesquisa e de como elas estão organizadas estruturalmente. Nas empresas do ramo foi adotada a mesma metodologia e os resultados obtidos serviram para traçar um diagnóstico do mercado de madeira plástica no Brasil, bem como adotar as premissas para o estudo da viabilidade econômica. As bases e os históricos utilizados como referência foram de uma fábrica com capacidade produtiva de pequeno porte. Resultados preliminares projetaram uma TIR (taxa interna de retorno) próxima ao valor de 24,8% e o tempo decorrido entre o investimento inicial e o momento no qual o lucro líquido acumulado se igualou ao valor do investimento ("pay back") é igual a 3 anos e 3 meses. Os indicadores econômicos deste estudo estão ligados diretamente ao investimento inicial e a projeção da capacidade produtiva. Por fim foi realizado uma matriz SOWT onde foram mapeadas as forças e fraquezas enquanto negócio madeira plástica, extrapolando também para o âmbito de oportunidades e ameaças externas no mercado a viabilidade da mesma. Com esse trabalho, foi possível apresentar um diagnóstico preciso das questões que envolvem a viabilidade técnica e econômica da madeira plástica e ajudar a esclarecer alguns pontos deste produto, que tem forte apelo sustentável, porém ainda não se apresentou rentável.

ABSTRACT

The theme of sustainability has been spread around the world and only in the forward direction. In this context, the adding value to materials that previously had no value, gain new impetus. The market envisioned with the use of the plastic waste in the composition of wood plastic (WP), that is another option for proper waste disposal and business opportunity. Lignocellulosic materials are added to plastics in order to improve the thermal and mechanical properties and also in particular to reduce the cost of the polymeric material composition and the generation of waste pollutants. The WP produced from post-consumer polyolefin and sawdust from the lumber industry, has emerged as an alternative to conventional wood. The market for WP represents a significant volume to change the allocation and valuation of such solid waste through recycling. In this sense, the objective of this study is to evaluate the technical and economic feasibility of producing WP. The technical study was made in four educational institutions with credibility on the subject located in four regions of the country, it was conducted through questionnaires and visits to two of them allowing to have an overview on the research being performed and how they are organized structurally. In related companies the same methodology was adopted and the results were used to plot a diagnostic of the WP market in Brazil, allowing to definition of assumptions for the economic feasibility study as well. The base and historical reference used was for a small capacity factory. Results projected an IRR (internal rate of return) around 24.8 % and a pay back of 3 years and 3 months. The economic indicators of this study are directly related to the initial investment and the projected production capacity. Finally, a SOWT matrix was performed which mapped the Strengths and Weaknesses of the WP business evaluating also external Opportunities and Threats of the market in which this viability study was performed. With this work, it was possible to make an accurate diagnostic of the issues surrounding the technical and economic viability of the Wood Plastic and help to clarify some points of this product, which presents a strong sustainable appeal, however it has not appeared profitable yet.

1. INTRODUÇÃO

Desde a revolução industrial e o seu consequente efeito de agressão ao meio ambiente, os problemas relativos aos resíduos sólidos e ao uso de recursos naturais e de processos altamente poluentes têm-se tornado uma preocupação crescente em todos os setores da sociedade. A produção de resíduos sólidos percorre as maiores discussões devido a sua complexidade e controversas. Abordar a questão da produção e destinação dos resíduos é uma instigação cuja decisão passa pela compreensão das relações existentes no interior da sociedade.

No andamento dos dias de hoje, a exploração e descarte irracional de resíduos danoso ao meio ambiente, a população mundial caminha para o aumento do consumo desenfreado e comprometimento de seus recursos naturais, a passos mais acelerados que a capacidade do planeta em absorvê-lo.

O desequilíbrio, em relação ao volume de resíduos produzidos, níveis de exploração atual e descarte inconsequente de resíduos ao meio ambiente, trazem sérios riscos à preservação ambiental, comprometendo a qualidade de vida das gerações vindouras. Hoje em dia o planeta não consegue renovar o que se consome, segundo o Relatório Planeta Vivo 2008, divulgado pela instituição não governamental WWF-Brasil, a Pegada Ecológica Global, ferramenta que visa a conscientização através da comparação do nível de consumo e descarte atual com o tolerável pelo meio ambiente, é 30% superior à capacidade de regeneração ambiental do planeta [1]. Então é preciso repensar os padrões de produção, objetivando o consumo sustentável, por exemplo, através do uso de fontes de energia menos poluidoras, diminuindo a produção de lixo e reciclando o máximo possível, além de rever quais produtos e bens são realmente necessários para alcançar o bem-estar.

A madeira é um material orgânico de fonte vegetal renovável, biodegradável e que dependendo de composição da espécie, o tempo de degradação varia. No caso especificamente do Brasil, que possui grande área de floresta, com uma enorme variedade de espécies de madeira, muitos com valor nobre, porém esta fonte esta sendo muito explorada pelo setor madeireiro, sendo concentrados o maior número de indústrias madeireiras no centro e sul do Brasil. Uma consequência da transformação em madeira comercializada e em produto de transformação final é a geração de resíduos desta na forma de lascas, serragens e pó de madeira, sendo os dois primeiros usados para produção de lenha prensada como fonte de energia, porém o pó, conhecido como farinha de madeira é despejado a céu aberto, ocasionando poluição particulada.

Um dos resíduos sólidos que tem aumentado sua parcela no resíduo urbano, é o plástico. Segundo dados da associação brasileira de empresas de limpeza pública e resíduos (ABRELPE), a geração deste tipo de resíduo no Brasil atingiu 7,5 milhões de ton/ano em 2011 do total de resíduo coletado, que foi 55,5 milhões de ton/ano. O plástico é um produto derivado do petróleo e também tem importante papel no desenvolvimento tecnológico e social, porém, devido ao seu longo tempo de decomposição (por serem inertes) e de ser produto de fonte não renovável, seu despejo inconsequente pode se tornar um passivo ambiental, no que tange o agrave de desastres ambientais majorados pelo descarte de forma incorreta em caminhos de escoamento d'água, como em rios e galerias de esgoto [2].

Sabe-se que o meio ambiente vem sendo cada vez mais afetado pelo aumento da geração de resíduos e suas consequências são catastróficas. Uma das alternativas de solução dos resíduos sólidos é a sua reutilização e a reciclagem, seja esta mecânica, química ou energética. Desde a década de 70 surgiu a reciclagem de misturas de resíduos sólido para obtenção de alguns produtos de menor valor agregado. Mais adiante surgiu a madeira plástica que é um compósito poliméricos, formado pela matriz termoplástica reforçada e/ou carregada com carga vegetal, polimérica ou inorgânica [3]. O material Wood Plastic Composition ou madeira plástica como é conhecido, é ecologicamente correto. Ele utiliza plástico reciclado como matriz fazendo com que se retire plástico do meio ambiente e como reforço pó de madeira do resíduo das indústrias madeireiras [4].

Com os avanços tecnológicos e a competitividade do mercado torna-se necessária a busca de melhorias na qualidade dos produtos industrializados, destinados à construção civil. Nesse cenário, voltado para a modernidade e maior qualidade dos materiais, observa-se que a tecnologia tem ampliado a gama de novos produtos derivados da madeira, seja em diferentes formas ou na combinação com outros materiais, associada à busca de benefícios ambientais, mas sempre visando o melhor desempenho do produto para o fim a que se destina. A madeira plástica, corresponde a uma dessas tecnologias e, segundo seus fabricantes, pode-se dizer que é um produto moderno e ecologicamente correto [5]. Trata-se de um composto que envolve duas ou mais matérias-primas, originado da mistura de madeira, materiais recicláveis como resíduos de diversos tipos de plásticos e fibras vegetais [6]. Essa mistura é obtida a partir da utilização de tecnologia industrial. Desse processo resultam peças que podem imitar e, em alguns casos, substituir a madeira natural, reduzindo o corte de árvores e permitindo o uso de resíduos, contribuindo, neste segundo caso, para a limpeza do meio ambiente. A madeira plástica é comercializada na forma de

perfis com seções transversais com tipos e dimensões diferenciadas, podendo apresentar características diferentes de um fabricante para outro [7].

As propriedades físicas e mecânicas dos perfis de madeira plástica dependerão da quantidade de resíduos, fibras vegetais e de madeira utilizada em sua composição. Portanto, a madeira plástica nasce e se desenvolve como produto da preocupação com o meio ambiente. É importante ressaltar que esse material já é utilizado em outros países, principalmente nos EUA.

Nesse sentido o objetivo deste trabalho é realizar um estudo da viabilidade técnico-ambiental e econômica da produção de madeira plástica a partir de resíduos plásticos e resíduo da indústria madeireira.

2. OBJETIVOS

Abaixo seguem os objetivos gerais e específicos do presente estudo.

2.1. Objetivo Geral

Os compostos termoplásticos estão surgindo como boa alternativa para redução do uso da madeira convencional. O objetivo geral deste estudo foi avaliar a viabilidade técnica e econômica da madeira plástica a partir do resíduo sólido.

2.2. Objetivos Específicos

Diversos objetivos específicos norteiam o desenvolvimento deste trabalho, buscando sempre atingir o objetivo geral mencionado:

- Disseminar as informações (conceito, estudos comparativos, mercado e importância da madeira plástica).
- Apresentar os resultados da pesquisa realizada com quatro instituições de ensino de quatro regiões distintas do Brasil sobre estudos e pesquisas com madeira plástica.
- Apresentar os resultados da pesquisa realizada com quatro empresas que produzem compostos termoplásticos a partir do resíduo sólido.
- Apresentar o estudo de viabilidade técnica e econômica da madeira plástica a partir do resíduo sólido considerando uma empresa de pequeno porte.
- Apresentar a matriz SWOT do negócio madeira plástica.

3. REVISÃO BIBLIOGRÁFICA

3.1. Resinas plásticas

As atividades de polímeros no Brasil são recentes. Os plásticos como usualmente chamamos, iniciaram suas operações nos anos 70, quando foram implantadas as primeiras unidades. Até então toda a resina plástica consumida era importada. Entre produtoras e transformadoras de plásticos, já existem aproximadamente 6 mil empresas instaladas no país [8].

Os materiais plásticos podem ser de fonte sintética ou derivados de substâncias naturais, a exemplo do petróleo, a principal delas.

Devido ao baixo custo de produção, peso reduzido, resistência e capacidade de ser moldado nas mais diversas formas, o material plástico é utilizado por inúmeros setores da cadeia produtiva, no Brasil e no mundo.

O plástico cujo nome técnico é “polímero”, é composto por macromoléculas formadas a partir de unidades estruturais menores e repetidas, chamadas *meros*. Os polímeros podem ser classificados como homopolímeros (polímeros formados por um único tipo de monômero) ou copolímeros (formados por mais de um tipo de monômero) [9].

Os polímeros podem ser divididos em termoplásticos (não sofrem reações químicas quando submetidos ao calor) e termofixos (alteram sua composição sob aquecimento).

3.2. Termoplásticos

Grupo de polímeros que fundem ao serem aquecidos, podendo ser moldados. Uma vez resfriados endurecem e tomam uma determinada forma. Como esse processo pode ser repetido várias vezes, esses plásticos são recicláveis podendo ser reaproveitados.

O termoplástico reciclado não pode ser empregado em embalagens de alimentos a fim de se evitar contaminações provenientes de tintas e produtos tóxicos, podendo voltar na forma de baldes, mangueiras, sacos de lixo e outras modalidades.

Atualmente, os polímeros mais utilizados no setor de embalagens (considerados commodities) são o polietileno (PE), polipropileno (PP), poli tereftalato de etileno (PET), policloreto de vinila (PVC) e poliestireno (PS) como mostra a Tabela 1 [10].

Tabela 1 – Código e siglas utilizadas para identificar os materiais plásticos [10].

CÓDIGO	SIGLA	MATERIAL PLÁSTICO
1	PET	Poli (tereftalato de etileno)
2	PEAD	Polietileno de alta densidade
3	PVC	Poli (cloreto de vinila)
4	PEBD	Polietileno de baixa densidade
5	PP	Polipropileno
6	PS	Poliestireno
7	outros	-

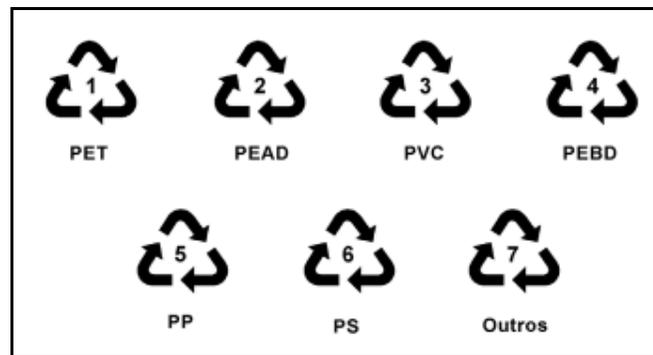


Figura 1 – Simbologia utilizada para identificação de embalagens poliméricas [10].

Conforme Figura 1, são considerados sete tipos de termoplásticos, a seguir:

- a)- Poli tereftalato de etileno – PET (Reconhecido pelo símbolo 1).
- b)- Polietileno de Alta Densidade - PEAD (Reconhecido pelo símbolo número 2).
- c)- PVC ou Policloreto de Vinila (Reconhecido pelo símbolo número 3).
- d)- Polietileno de Baixa Densidade – PEBD (Reconhecido pelo símbolo número 4).
- e)- Polipropileno - PP (Reconhecido pelo símbolo número 5).
- f)- Poliestireno - PS (Reconhecido pelo símbolo número 6).
- g)- Outros (Reconhecido pelo símbolo número 7).

A Tabela 2 apresenta um comparativo das produções e consumos mundiais de alguns plásticos em 2010. Também estão apresentados os percentuais de utilização da capacidade total de produção em 2010.

Tabela 2 - Produção e consumo global de alguns plásticos e suas capacidades utilizadas em 2010 [10].

Polímero	Produção e consumo (milhões ton/ano)	Capacidade utilizada (%)
Polietileno – PE	73,3	82
Politereftalato de etileno – PET	54	76
Polipropileno – PP	48,4	82
Policloreto de vinila – PVC	34	72
Poliestireno – OS	15,4	69
Borracha de butadieno estireno, SBR Copolímero de butadieno e estireno, SB	8,4	74
Acrilonitrila butadieno estireno – ABS Copolímero de estireno e acrilonitrila, SAN	7,6	76,5

3.2.1. Polipropileno

O polipropileno é obtido a partir de gás propileno ou propeno, subproduto de refinação do petróleo. A partir do ano de 1957 esta atividade tornou-se viável, com o desenvolvimento do processo de polimerização por coordenação que é definido como o uso de catalisador em dispersão, contendo alquil-alumínio e cloreto de titânio; podendo ser modificado para uma variedade de aplicações, por meio de copolimerização, orientação e outras técnicas. As características físicas do polímero podem ser variadas para conseguir uma larga faixa de propriedades térmicas e mecânicas. A facilidade no processamento desse polímero permite o seu uso econômico na maioria das técnicas de fabricação comerciais [11].

O polipropileno tem ponto de fusão superior ao da maioria das poliolefinas, em razão da maior rigidez estrutural ocasionada pela rotação do grupo lateral metil [11]. Caracteriza-se por ser mais leve dentre os plásticos conhecidos com densidade 0,85g/ cm³ a 0,91g/cm³. Sendo assim, pode-se dizer que o PP é uma resina de baixa densidade que oferece um bom equilíbrio de propriedades químicas e elétricas, acompanhadas de resistência moderada. As resinas de polipropilenos são inerentemente instáveis na presença de agentes oxidantes e na presença de raios ultravioleta [9]. São empregados em embalagem de massas alimentícias e biscoitos, potes de margarina, seringas descartáveis,

equipamentos médico-cirúrgicos, fibras e fios têxteis, utilidades domésticas, autopeças, etc. A Figura 2 demonstra a estrutura do polipropileno.

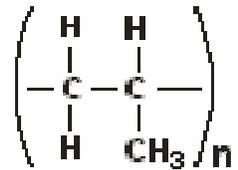


Figura 2 - Estrutura do mero repetitivo do polipropileno [11].

3.2.2. Polietileno

O polietileno é a resina termoplástica mais usada para produção de embalagens plásticas [12,13]. Na sua forma mais simples uma molécula de polietileno é constituída por uma cadeia principal de átomos de carbono ligados covalentemente com um par de átomos de hidrogênio; as extremidades da cadeia são terminadas por grupos metila [5-12] cuja estrutura é mostrada na Figura 3.

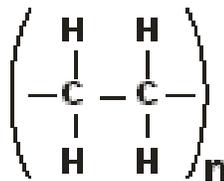


Figura 3 - Estrutura do mero repetitivo do polietileno [11].

Os polietilenos mais usado são o PEBD (Polietileno de baixa densidade), polietileno linear de baixa densidade (PELBD) e PEAD (polietileno de alta densidade). O PEBD e PELDB possuem maior grau de ramificações em suas cadeias o que lhes confere um menor grau de cristalinidade do que o PEAD [14]. Já o PEAD é um termoplástico que apresenta alta resistência ao impacto e boa resistência a solventes químicos [15]. Na Figura 4 é apresentada uma representação da estrutura de dessas poliolefinas.

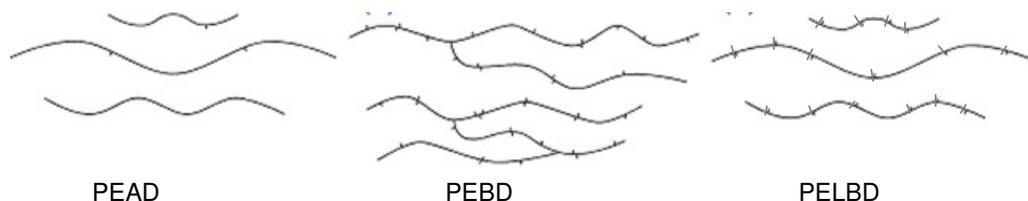


Figura 4 - Esquema das diferentes classes de polietileno [15].

Em 2010 o consumo mundial de PE foi de aproximadamente 73,3 milhões de toneladas, sendo o polímero mais consumido e o de maior capacidade produtiva instalada no mundo [16]. O PEAD é utilizado na confecção de engradados para bebidas, garrafas de álcool e de produtos químicos, bombonas, tambores, tubos para líquidos e gás, tanques de combustível, etc. Já o PEBD são empregados nas embalagens de alimentos, sacos industriais, sacos para lixo, filmes flexíveis, lonas agrícolas, etc.

Na Figura 5 é representada uma ilustração com as principais aplicações dos produtos de poliolefinas.



Figura 5 - principais aplicações dos produtos de poliolefinas [Próprio autor].

3.3. Compósitos poliméricos

Durante as duas últimas décadas, uma especial atenção tem sido dedicada a obtenção de novos materiais resultantes da mistura física de dois ou mais polímeros e adição de cargas, denominado compósitos. Essas modificações de propriedades específicas de um determinado polímero podem, portanto, ser obtidas com um custo bem menor do que se sintetizar um novo material polimérico.

Compósito polimérico é definido como material conjugado formado por pelo menos duas fases ou dois componentes, sendo geralmente a fase contínua a matriz polimérica, e a fase dispersa, normalmente as fibras de reforço como representado na Figura 6. Para a formação do material compósito é necessário a interação química e/ou física entre a matriz

polimérica e o reforço fibroso e/ou particulado proporcionando a transferência de esforços mecânicos da matriz polimérica para o reforço.

Os constituintes do reforço proporcionam força e rigidez, mas também aumentam a resistência ao calor, corrosão e condutividade. Para o reforço representar uma vantagem para o compósito este deve ser mais forte e rígido que a matriz. Deste modo a boa interação entre matriz e reforço pode ser garantida pela criação de uma interface entre ambos que possa adequar a rigidez do reforço com a ductilidade da matriz [17].

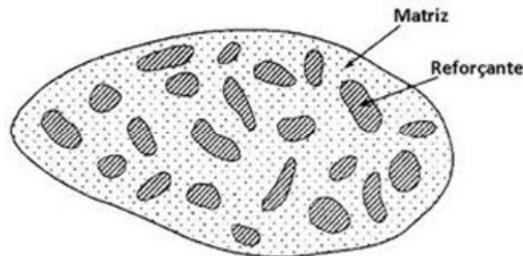


Figura 6 – Representação esquemática dos componentes de um compósito [17].

Em compósitos com plásticos, os principais reforços são: fibra de vidro, fibra de carbono e fibras aramidas tipo Kevlar, e como cargas particuladas, encontram-se o negro de fumo, carbonato de cálcio (CaCO_3), sílica, entre outros. Materiais cujas partículas apresentam alto grau de esfericidade, o que é o caso da cinza do carvão, oferecem vantagens como:

- ✓ melhor distribuição de tensão na peça moldada;
- ✓ maior facilidade de dispersão das partículas na matriz polimérica;
- ✓ menor desgaste do equipamento de processamento;
- ✓ maior fração de empacotamento;
- ✓ menor viscosidade do compósito fundido.

O interesse científico e mesmo comercial tem aumentado consideravelmente, pois destas misturas, muitas vezes, se obtém novos materiais com propriedades intermediárias a dos componentes puros [9].

3.3.1. Classificação dos compósitos

Os materiais compósitos estão classificados em três grupos principais: compósitos reforçados com partículas, compósitos reforçados com fibras e compósitos estruturais [18].

3.3.1.1. Compósitos reforçados com partículas

As partículas grandes não terão interação matriz-reforço tratadas do nível atômico [18]. Essencialmente a matriz transfere parte da tensão que esta sendo aplicada às partículas, as quais suportam uma fração da carga. A interface matriz-reforço deve apresentar algum tipo de ligação forte para que se atinja uma melhoria no comportamento mecânico no compósito. Na Figura 7 é mostrado a micrografia de superfície de um compósito de polipropileno carregado com CaCO_3 [19].

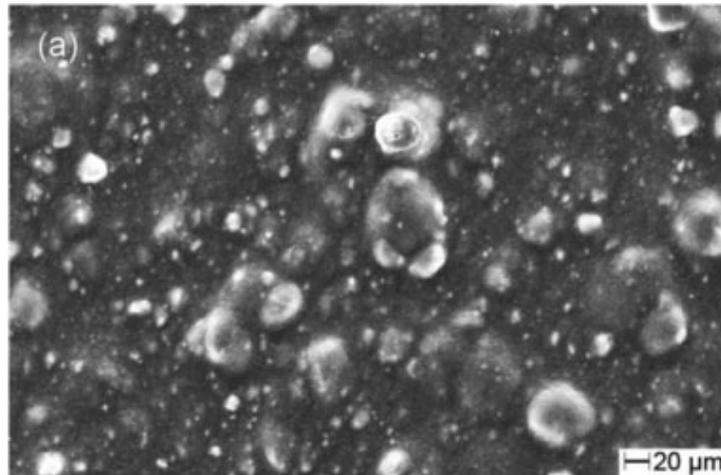


Figura 7 – Micrografia da superfície de um compósito particulado PP/ CaCO_3 [19].

Já na segunda subclassificação – reforço por dispersão – as partículas são muito menores, entre 10 e 100 nm. Nesta subclassificação as interações são tratadas no nível atômico, onde as partículas impedirão o movimento de discordância, sendo a matriz responsável por suportar a maior parte da carga aplicada.

3.3.1.2. Compósitos reforçados com fibras

Nesta subclassificação estão os compósitos mais comuns e também os compósitos mais importantes tecnologicamente, suas relações resistência-peso e rigidez-peso são muito

elevadas, chamadas de resistência específica e módulo específico, que correspondem, respectivamente, às razões entre o limite de resistência à tração e a densidade relativa, e entre o módulo de elasticidade e a densidade relativa.

3.4. Aplicação de Termoplásticos

Os plásticos são empregados nos mais diversos setores, sendo os de bens de consumo semi e não-duráveis (utilidades domésticas, têxtil, brinquedos, limpeza doméstica, calçados e acessórios) o principal deles, representando 52% do mercado brasileiro, seguido dos bens duráveis (automobilístico, eletroeletrônicos e móveis) com 19%, conforme apresentado na Tabela 3 [16].

O plástico usado no mundo é produzido a partir da nafta e absorve 4% da extração mundial do petróleo [20].

Tabela 3 - Utilização do plástico por setor no Brasil [16]

Setor	%
Bens de consumo semi e não-duráveis	52
Bens de consumo duráveis	19
Construção civil	11
Agropecuária	10
Outros	8

3.5. Resíduo sólido

Cada brasileiro gera em média 1 quilo de resíduos por dia. Um africano, 650 gramas, quase um quarto do que produz um europeu conforme demonstrado na Figura 8. Quanto maior a renda de um país, maiores são o consumo e a quantidade de resíduos que precisa de solução para retornar ao mercado e não causar impactos negativos ao meio ambiente. Nas regiões menos desenvolvidas, é menor a presença de embalagens e maior o volume de matéria orgânica no lixo. Enquanto no Brasil a fração seca dos resíduos urbanos representa 50% de tudo que é gerado, nos Estados Unidos a parcela é de 88% [21].



Figura 8 - Geração per capita de resíduos no Brasil e no mundo (kg) [21].

Com o desenvolvimento econômico, a tendência é o padrão brasileiro se aproximar do americano e europeu, o que significa novos desafios para a gestão dos resíduos.

A legislação estabelece como prioridade reduzir o lixo na fonte; depois, reutilizar e reciclar. Além do poder público e das empresas, também o comportamento da população é chave para o mercado da reciclagem crescer sobre base sólida [21].

Enquanto o governo cria regras e incentivos, as prefeituras fazem a coleta seletiva e o meio empresarial investe na logística reversa, o consumidor entra em cena desempenhando papel protagonista. Ele tem poder de compra (preferindo produtos bons para o meio ambiente e para a renda dos catadores) e é essencial na separação dos resíduos para a coleta seletiva [21].

O aumento da produção e do consumo de bens feitos de variados tipos de materiais aliado devido ao crescimento da população mundial, acelera o descarte, muitas vezes precoce de materiais, exigindo gerenciamento e tratamento adequado para garantir que a sua coleta e disposição final causem o menor impacto ambiental possível [21].

No mundo e no Brasil não é diferente, enfrenta-se atualmente problemas, como a falta de espaço físico para a construção ou a expansão dos aterros, de recursos financeiros e o aumento das exigências dos órgãos ambientais [22].

Os materiais oriundos das poliolefinas são utilizados em vários setores, sendo os de bens de consumo semi e não-duráveis (embalagens alimentícias e recipientes de produtos

de limpeza) a maioria destes utensílios, possuem pequeno período de uso, acelerando desta forma o final de sua vida útil [22].

No Brasil, 14,5% dos resíduos sólidos urbanos gerados são oriundos de plástico. A tabela 4 apresenta uma composição do lixo *versus* nível de renda da população [21].

Tabela 4 – Composição do lixo e o nível de renda [21].

NÍVEL DE RENDA	METAIS	PAPEL	PLÁSTICO	VIDRO	MATÉRIA ORGÂNICA	OUTROS
Baixa	3	5	8	3	64	17
Média (inferior)	2	9	12	3	59	15
Média (superior)	3	14	11	5	54	13
Alta	6	31	11	7	28	17

O plano nacional de resíduo sólido (PNRS) prevê a responsabilidade compartilhada entre governo, empresas e população na questão dos resíduos urbanos, determinando o fim dos lixões até 2014 e o descarte em aterros sanitários apenas dos materiais que não podem ser reciclados. A logística reversa, ou seja, a coleta e o retorno de materiais à indústria após o consumo, passou a ser obrigatória para alguns setores [21].

O mercado se movimenta para aplicação da lei e para o aproveitamento de novas oportunidades de negócio que devem surgir para dar vazão ao maior volume de resíduos separados nas residências e coletados pelas prefeituras.

A Tabela 5 apresenta um comparativo do antes e depois das responsabilidades do poder público, empresas, catadores e a população com a entrada em vigor do PNRS.

Em 2012, a coleta, a triagem e o processamento dos materiais em indústrias recicladoras geraram um faturamento de R\$ 10 bilhões no Brasil. A expectativa para os próximos anos é de uma significativa expansão, no ritmo da maior escala e do desenvolvimento do parque industrial de reciclagem. Nesse caminho, identificar obstáculos e gerar dados úteis a políticas de incentivos e de investimentos, visando o equilíbrio entre oferta e demanda, a redução de custos e o máximo de benefícios sociais e econômicos [21].

Tabela 5 – PNRS - Comparação do antes e depois [21].

	antes	depois
 poder público	<ul style="list-style-type: none"> Pouca prioridade para a questão do lixo urbano A maioria dos municípios destinava os dejetos para lixões a céu aberto Sem aproveitamento dos resíduos orgânicos Coleta seletiva ineficiente e pouco expressiva Falta de organização 	<ul style="list-style-type: none"> Municípios devem traçar um plano para gerenciar os resíduos da melhor maneira possível, buscando a inclusão dos catadores Lixões passam a ser proibidos e devem ser erradicados até 2014, com a criação de aterros que sigam as normas ambientais Municípios devem instalar a compostagem para atender a toda a população Prefeituras devem organizar a coleta seletiva de recicláveis para atender toda a população, fiscalizar e controlar os custos desse processo Municípios devem incentivar a participação dos catadores em cooperativas a fim de melhorar suas condições de trabalho
 empresas	<ul style="list-style-type: none"> Inexistência de regulação sobre os investimentos privados na administração de resíduos Poucos incentivos financeiros Desperdício de materiais e falta de processos de reciclagem e reutilização Sem regulação específica 	<ul style="list-style-type: none"> Legislação prevê investimentos das empresas no tratamento dos resíduos Novos estímulos financeiros para a reciclagem A reciclagem estimulará a economia de matérias-primas e colaborará para a geração de renda no setor Empresas apoiam postos de entrega voluntária e cooperativas, além de garantir a compra dos materiais a preços de mercado
 catadores	<ul style="list-style-type: none"> Manejo do lixo feito por atravessadores, com riscos à saúde Predominância da informalidade no setor Problemas tanto na qualidade como na quantidade dos resíduos Catadores sem qualificação 	<ul style="list-style-type: none"> Catadores deverão se filiar a cooperativas de forma a melhorar o ambiente de trabalho, reduzir os riscos à saúde e aumentar a renda Cooperativas deverão estabelecer parcerias com empresas e prefeituras para realizar coleta e reciclagem Aumento do volume e melhora da qualidade dos dejetos que serão reaproveitados ou reciclados Os trabalhadores passarão por treinamentos para melhorar a produtividade
 população	<ul style="list-style-type: none"> Separação inexpressiva de lixo reciclável nas residências Falta de informações Atendimento da coleta seletiva pouco eficiente 	<ul style="list-style-type: none"> População separará o lixo reciclável na residência Realização de campanhas educativas sobre o tema Coleta seletiva será expandida

3.6. Reciclagem

A NBR 15792:2010 define alguns termos importantes na reciclagem, entre eles [23]:

Reciclagem: é o reprocessamento, em um novo processo de produção, dos resíduos de materiais para o fim inicial ou para outros fins, mas não incluindo a revalorização energética e a orgânica.

Processo de reciclagem: é a conversão de embalagens pós-consumo e/ou aparas de conversão industrial, separadas e coletadas, em um produto ou matéria-prima secundária.

Matéria-prima secundária: material recuperado de produtos pós-consumo e/ou aparas de conversão industrial para uso como matéria-prima, com exceção da apara decorrente do processo de produção primária (apara interna de produção industrial) [23].

Apara interna de produção industrial: materiais de seleção/retrabalho, rerituração ou rebarba/sucata, capazes de serem reaproveitados dentro do mesmo processo que os gerou (planta industrial)[24].

Ápara de conversão industrial = material pré-consumo: material desviado do fluxo de resíduos durante um processo de manufatura. Exclui-se a reutilização de materiais, tais como retrabalho, REtrituração ou sucata, gerados em um processo e capazes de serem reaproveitados dentro do mesmo processo que os gerou [24].

Material pós-consumo: material gerado por domicílios ou por instalações comerciais, industriais e institucionais como usuários finais do produto, que já não pode mais ser usado para o fim ao qual se destina. Isto inclui devoluções de material da cadeia de distribuição.

A reciclagem de polímeros pode ser classificada em quatro categorias: primária, secundária, terciária e quaternária [24].

Reciclagem primária: consiste na conversão dos resíduos poliméricos industriais por métodos de processamento padrão em produtos com características equivalentes àquelas dos produtos originais produzidos com polímeros virgens; por exemplo, aparas que são novamente introduzidas no processamento.

Reciclagem secundária: conversão dos resíduos poliméricos provenientes dos resíduos sólidos urbanos por um processo ou uma combinação de processos em produtos que tenham menor exigência do que o produto obtido com polímero virgem, por exemplo, reciclagem de embalagens de PP para obtenção de sacos de lixo.

Reciclagem terciária: processo tecnológico de produção de insumos químicos ou combustíveis a partir de resíduos poliméricos.

Reciclagem quaternária: processo tecnológico de recuperação de energia de resíduos poliméricos por incineração controlada.

A reciclagem primária e a secundária são conhecidas como reciclagem mecânica ou física, o que diferencia uma da outra é que na primária utiliza-se polímero pós-industrial e na secundária, pós-consumo.

A reciclagem terciária também é chamada de química e a quaternária de energética.

Reciclagem mecânica:

A reciclagem mecânica pode ser viabilizada através do reprocessamento por extrusão, injeção, termoformagem, moldagem por compressão, etc. Para este fim são necessários alguns procedimentos que incluem as seguintes etapas: 1) separação do resíduo polimérico, 2) moagem, 3) lavagem, 4) secagem, 5) reprocessamento e, finalmente, a transformação do polímero em produto acabado. Existem variações nestas etapas devido

à procedência e o tipo de polímero, além das diferenças de investimentos e equipamentos utilizados nas plantas de processamento [24].

São várias as vantagens de se reciclar entre eles podemos citar três blocos:

a) evitar sua disposição em aterros sanitários, minimizando o problema da falta de espaço, principalmente nas grandes cidades, com reflexos positivos sobre os aspectos ambientais da cadeia.

b) Ao voltar para o ciclo produtivo, este material gera economia de recursos naturais, de energia elétrica e de água consumidos na produção de matérias primas virgens.

c) Geração de empregos e renda.

Práticas de reciclagem energética ou química apenas deverão ser adotadas após esgotadas todas as possibilidades de reciclagem mecânica [25].

Na Figura 9 demonstra o fluxo da logística detalhando as etapas do material a ser reciclado até o consumidor novamente passando pela indústria de reciclagem.

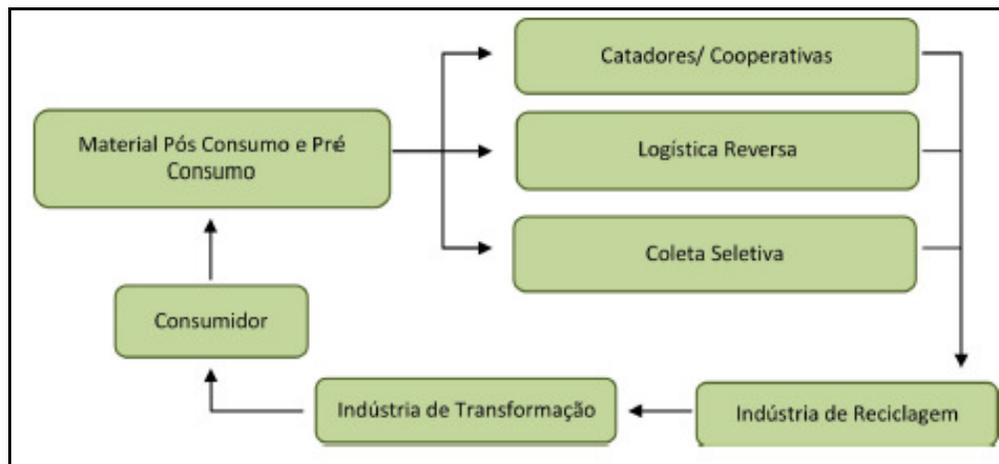


Figura 9 - Fluxo da logística reversa aplicado à cadeia de plásticos [25].

3.6.1. Reciclagem mecânica

A reciclagem mecânica consiste na conversão dos descartes plásticos em grânulos, que podem então ser reutilizados pelo setor produtivo na confecção de outros produtos.

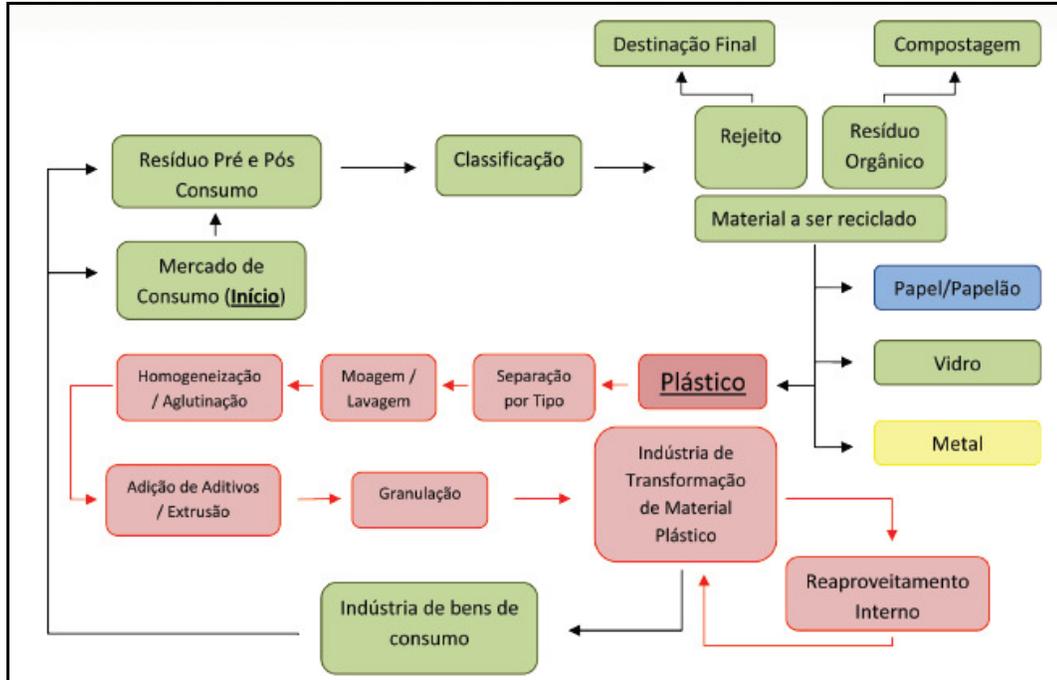


Figura 10 - Fluxo de reciclagem mecânica [25].

A Figura 10 mostra a sequência das atividades da reciclagem, dando ênfase ao plástico que após separado através da triagem, passa por 5 etapas até chegar novamente a indústria de transformação. A Figura 11 ilustra diversos tipos de plástico que serão reciclados.



Figura 11 – Pós-consumo de material plástico [Proprio autor].

3.6.2. Coleta Seletiva

De acordo com a Figura 12, Apenas 14% (766) dos municípios brasileiros oferecem serviço de coleta seletiva, um crescimento de 58% frente a 2010. Desse total, 86% estão nas regiões sul e sudeste [21].

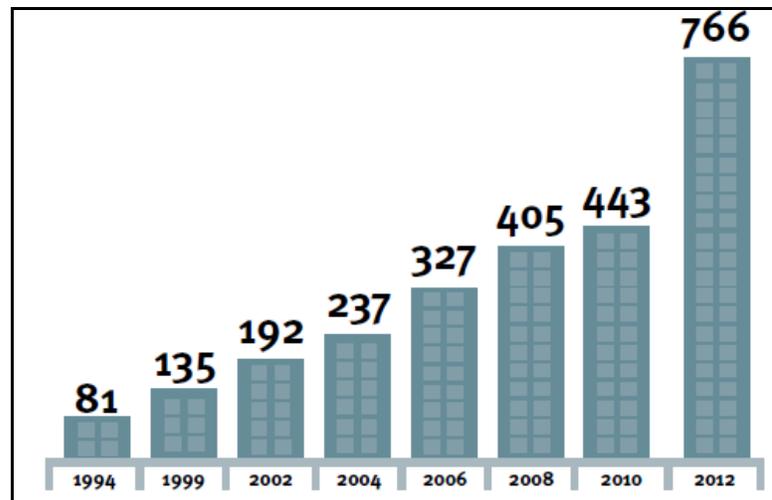


Figura 12 - Municípios com coleta seletiva no Brasil [21].

É requisito para o acesso a recursos públicos federais a elaboração de planos municipais de gerenciamento de resíduos, como os que se destinam à estrutura de coleta e aterros sanitários. O Programa Recicla Brasil, do Ministério do Meio Ambiente, prevê repasse financeiro para a implantação de aterros sanitários, com meta de cobrir 73% da população urbana do país (118 milhões de habitantes). No caso da coleta seletiva, o plano é atender 59% dos habitantes que vivem em cidades, somando 94 milhões de brasileiros. Hoje são atendidos 27 milhões. Em complemento, o Programa Pró-Catador, do Ministério do Trabalho e Emprego, reservou R\$ 185 milhões para os governos estaduais apoiarem municípios. A injeção de investimentos na estruturação da reciclagem inclui ainda recursos de empresas estatais, como Banco do Brasil e BNDES (Banco Nacional do Desenvolvimento Econômico e Social) [21].

A coleta seletiva municipal é imprescindível como fonte de abastecimento do mercado da reciclagem. A maior parte dos municípios realiza a coleta de porta em porta (88%), mas cresce a alternativa de recolhimento por meio dos Postos de Entrega Voluntária (PEVs), onde a população deixa resíduos recicláveis. Também aumenta a participação de

cooperativas de catadores contratadas para a coleta seletiva municipal, alternativa já adotada por mais da metade das cidades que oferecem o serviço [21].

A situação da coleta seletiva nas regiões estudadas através das empresas pode ser considerada boa em relação ao resto do Brasil. A concentração dos programas municipais de coleta seletiva permanece nas regiões Sudeste e Sul do País. Do total de municípios brasileiros que realizam esse serviço, 86% estão situados nessas regiões. (Figura 13).

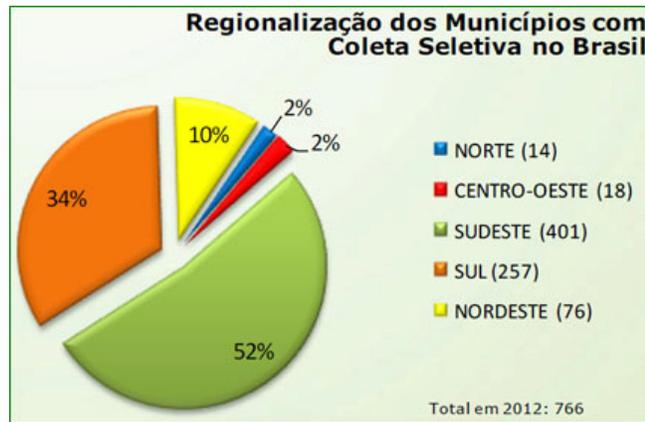


Figura 13 – Distribuição da regionalização dos Municípios com coleta seletiva no Brasil [21].

Abaixo está descrito no mapa do Brasil através dos círculos verdes ponteados nos estados. (Figura 14).

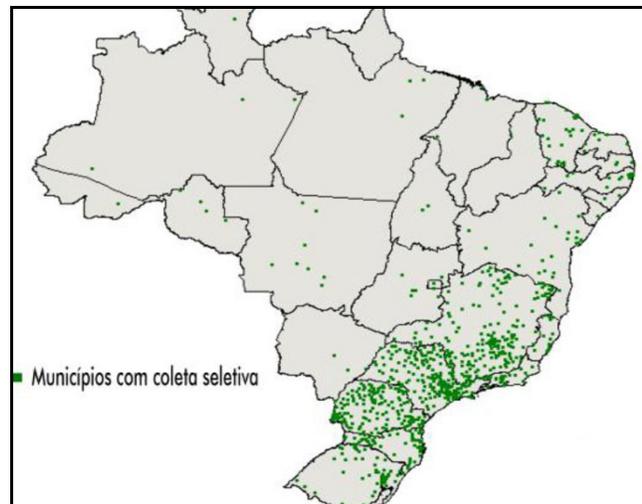


Figura 14 – Mapa do Brasil com a indicação dos municípios que contêm coleta seletiva [21].

O gráfico abaixo mostra um comparativo entre os anos de 1999 a 2012. Nos últimos dois anos houve uma elevação de 8% na cidade de Porto Alegre, capital do estado do RS, onde foram pesquisados duas empresas do presente estudo. (Figura 15).

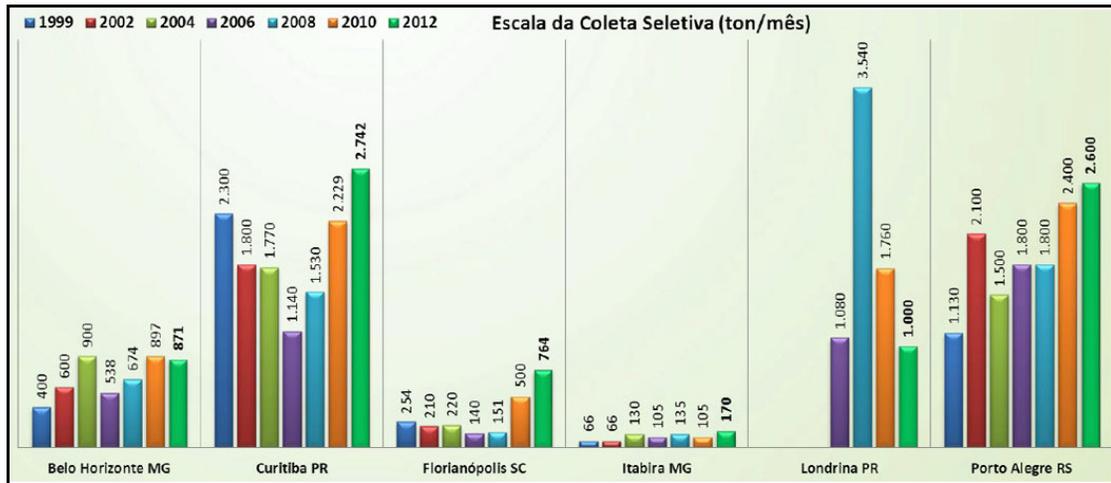


Figura 15 – Comparativo da coleta seletiva nos anos desde 1999 a 2012 [21].

Quanto ao perfil dos plásticos, o PET com 32,3% tem larga vantagem em relação aos principais plásticos utilizados na produção de madeira plástica a partir de RSU. (Figura 16).



Figura 16 – Perfil dos plásticos reciclados [21].

3.6.3. Índices de Reciclagem Mecânica de Plástico no Brasil

A Plastivida Instituto Sócio-Ambiental dos Plásticos tem concentrado esforços no desenvolvimento de ações voltadas a caracterização, dimensionamento e análise do desenvolvimento da reciclagem dos plásticos no Brasil. Desta forma, o estudo intitulado "Elaboração e Monitoramento dos Índices de Reciclagem de Plástico no Brasil (IRMP)" constitui-se numa iniciativa de relevância significativa na trajetória das pesquisas realizadas até o momento [26].

Conceito: O índice de reciclagem mecânica é definido por: (resíduo reciclado + resíduo exportado para reciclagem) dividido pelo resíduo plástico gerado.

Distribuição Geográfica das categorias (Coleta seletiva e recicladores) apresenta-se concentrada na região SE, boa parte devido a população numerosa e constatação do desenvolvimento mais presente (Figura 17).

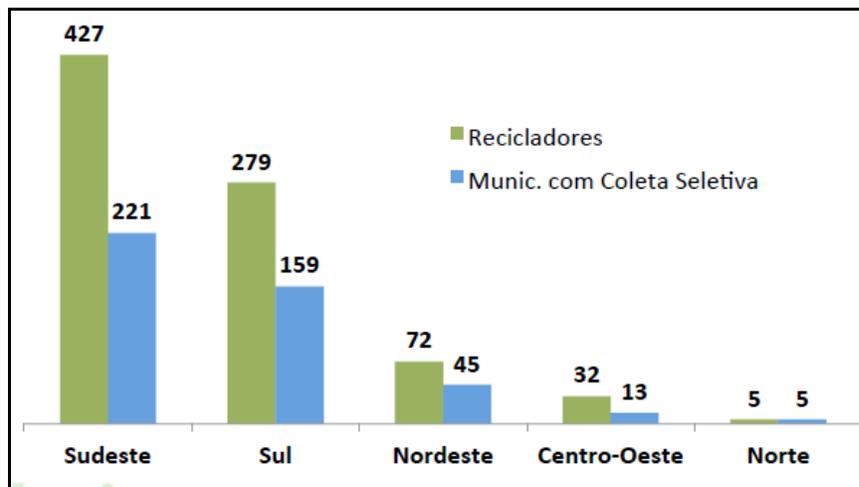


Figura 17 – Recicladores x Municípios com coleta seletiva estruturadas [26].

56,4% das empresas são especializadas em reciclagem, ou seja, comercializam apenas o material plástico reciclado. Chama atenção o pequeno número de empresas que fazem desde a triagem até a transformação, apenas 6,3% (Figura 18). Em 2010 esse número era de 35 empresas (5%).

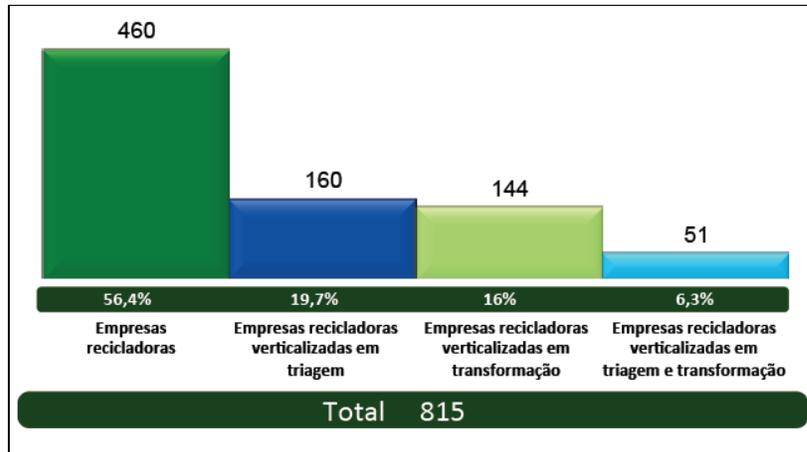


Figura 18 – Distribuição por tipo de empresa da IRMP no Brasil [26].

Na distribuição por segmento de mercado, constata-se um elevado número concentrado nos bens de consumo classificados como semi e não duráveis, que são as utilidades domésticas, brinquedos, descartáveis, limpeza doméstica, calçados e materiais escolares.

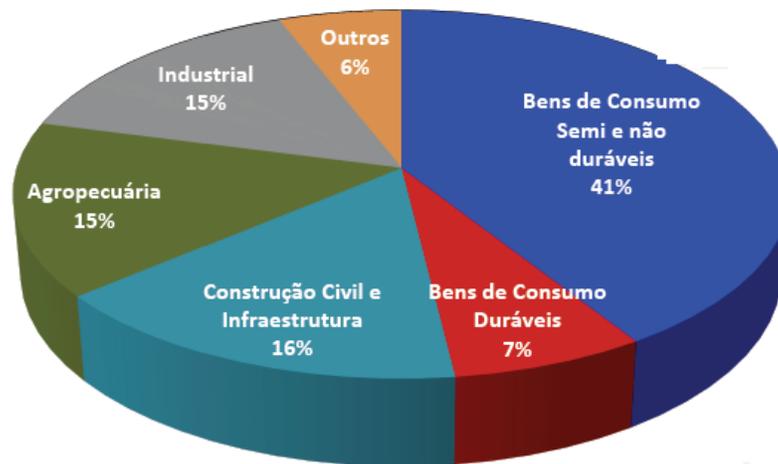


Figura 19 – Distribuição dos Segmentos de Mercado [26].

Comparando 2011 frente a 2010 na IRMP, houve um crescimento em todos os indicadores, com destaque para o aumento de 24,2% no número de empregados diretos, 22,9% de faturamento bruto e 13% na quantidade de plástico reciclado que é a matéria prima principal para a fabricação da madeira plástica (Figura 19).

Tabela 06 – Comparativo da IRMP 2010 x 2011 [26].

Indicadores	2010	2011	Crescimento
Recicladores	738	815	10,4%
Empregados diretos	18.288	22.705	24,2%
Faturamento bruto (R\$mil)	1.947	2.393	22,9%
Preço médio de venda (R\$/ton)	2.044	2.223	8,8%
Capacidade instalada (ton mil)	1.477	1.716	16,2%
Quantidade de plástico reciclado (ton mil)	953	1.077	13,0%

No Brasil apenas 21,7% dos resíduos plásticos são reciclados mecanicamente (convertidos em grânulos que podem ser utilizados para fabricação de novos produtos) e 78,3% são descartados em aterros e lixões [26].

No comparativo ano a ano observa-se um aumento de 2% desde 2009, chegando em 21,7% em 2011 conforme mostra a Figura 20.

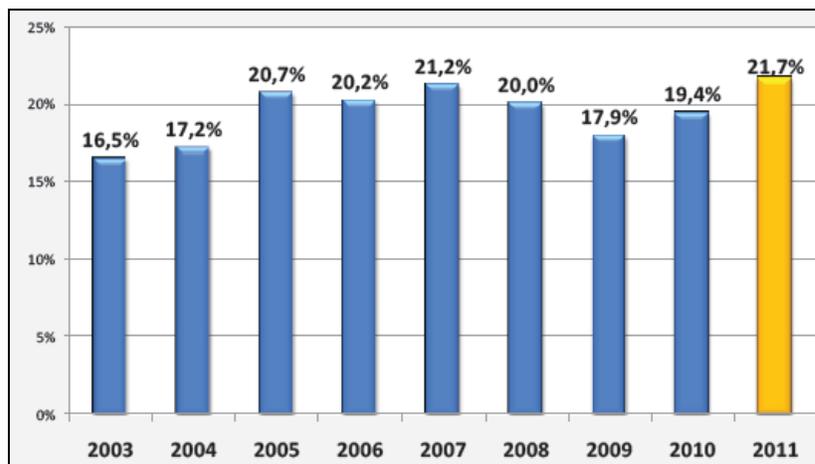


Figura 20 – Comparativo anual da IRMP pós consumo [26].

O Brasil no cenário mundial ocupa a 10ª posição com 21,7% do seu plástico reciclado, enquanto que a Suécia garante o 1º lugar com 35% dos resíduos reciclados nesta modalidade [27].

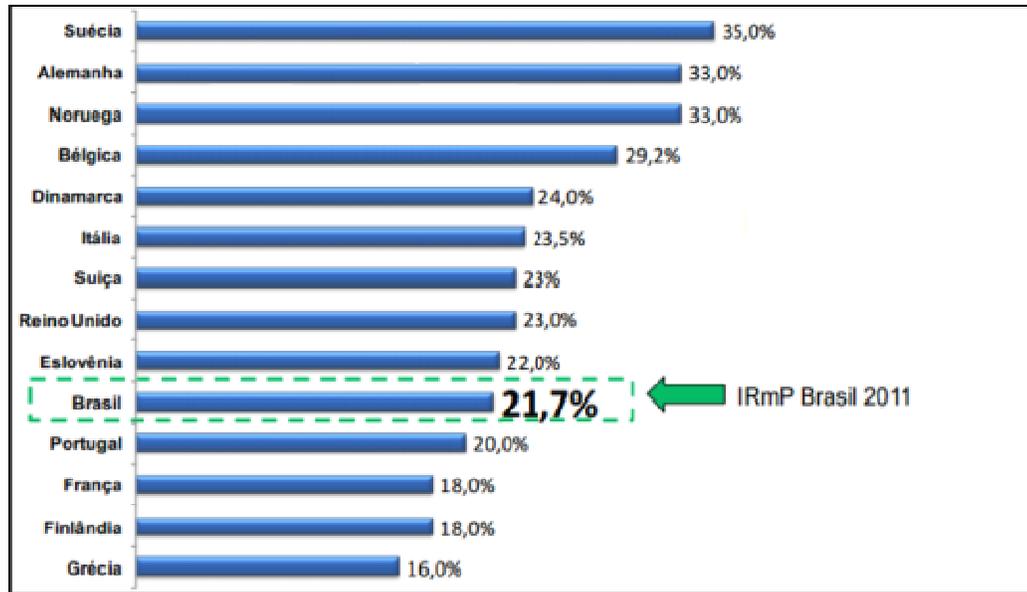


Figura 21 - IRmP (Brasil no Contexto Mundial) [27].

3.7. Madeira

Dentre os materiais de origem biológica, a madeira é sem dúvida o mais conhecido e utilizado. O lenho de uma árvore contém grande quantidade de substâncias que são utilizadas como matéria-prima em quase todos os campos da tecnologia (construção civil, imobiliário, farmacêutico, energético, químico, etc.). Juntamente com sua condição de matéria-prima renovável, torna-se um bem de inigualável valor para a humanidade [28].

Do ponto de vista anatômico, a madeira é um tecido que resulta do crescimento secundário do tronco, ramos e raízes de árvores e arbustos. Para quem vê uma madeira a olho nu, percebe não apenas alteração entre as espécies, mas também diferença dentro de uma mesma amostra, tais como anéis de crescimento, lenho inicial (primaveril) e tardio (outonal), arranjos dos poros nas folhosas, cerne e alburno [28].

A madeira é um material orgânico de origem vegetal. Está presente na terra desde o período carbonífero e em grandes quantidades [28].

As árvores estão divididas em duas classes de diferentes características de madeira, na Tabela 07 está demonstrada as características destas subdivisões com alguns exemplos para ilustrar [28].

Tabela 07 - Subdivisões das árvores [28].

FAMÍLIA	DESCRIÇÃO		EXEMPLO
GIMNOSPERMAS	Árvores típicas do clima frio formando grandes florestas no hemisfério Norte, com algumas espécies tropicais e existentes desde o período carbonífero. Tem a copa de folhas em forma de cone, daí serem conhecidas também como coníferas. Sua madeira é mole e macia e têm grande importância comercial		PINUS, ARAUCÁRIA, CIPESTRE, SEQUOIA.
ANGIOSPERMAS	São de evolução mais recente que as gimnospermas, desde o cretáceo e se dividem em dois subgrupos:	MONOCOTILEDÔNEAS: São as palmas e as gramíneas. As palmas têm tronco de baixa duração e baixa resistência mecânica, apresentando difícil processamento. As gramíneas têm fibras duras e compactas que podem ter grande resistência mecânica como o bambu.	PALMAS: CÔCO, DENDÊ, CARNAUBA. GRAMÍNEAS: BAMBU
		DICOTILEDÔNEAS: São as árvores comuns, chamadas também como folhosas, presentes em todo o globo terrestre principalmente nos trópicos. São chamadas de madeiras duras, que tem grande resistência mecânica e portanto grande valor comercial e cuja copa de folhas se espalha de forma não ordenada.	EUCALÍPITO, CEDRO, MOGNO, IPÊ, PEROBA, PAU D'ÁRCO, JACARANDÁ.

As espécies de pinus e eucalipto, despontam como as principais madeiras escolhidas pelas indústrias do setor para o cultivo em florestas plantadas e certificadas. Apresentam rápido crescimento, facilidade de manejo e grande retorno comercial, apesar de serem espécies não nativas do Brasil [28].

3.7.1. Componentes da madeira

A madeira é formada por compostos químicos orgânicos baseados principalmente em 50% de carbono e 43% de oxigênio. Os principais componentes são a Celulose e a Lignina, cuja proporção entre si depende da espécie de árvore e que operam funções vistas abaixo [28]:

- Celulose: Polímero natural ($C_6H_{10}O_5$) que forma as fibras que constituem grande parte da massa da madeira, conferindo-a resistência mecânica.
- Lignina: Composto de alto peso molecular que age como uma matriz de resina ou adesivo que une as fibras de celulose entre si.

3.7.2. Vantagens e desvantagens do uso da madeira como material

Na Tabela 08 estão listadas as vantagens e desvantagens que ao escolher um material precisam ser levadas em conta. A madeira mesmo que em abundância e com vasta

aplicabilidade, possui restrições que precisam ser levadas em conta, no direcionamento para construção enquanto material de fabricação [29].

Tabela 08 – Vantagens e desvantagens da madeira como material [29].

CLASSIFICAÇÃO	DESCRIÇÃO
VANTAGENS	<ul style="list-style-type: none"> • Material de fácil obtenção, renovável por reflorestamento; • Relativamente leve de acordo com a espécie; • Facilidade no preparo industrial e de desdobro (corte em dimensões exigidas previamente); usando pouca energia; • Simplicidade e esteticamente agradável; • Bom isolante térmico em relação à pedra, concreto ou metal; elétrica (seca)
DESVANTAGENS	<ul style="list-style-type: none"> • Instabilidade dimensional: muda de dimensão de acordo com a umidade e temperatura, com possibilidade de rachar e empenar; • Higroscopicidade, ou a capacidade de absorver ou eliminar água; • Resistência unidirecional, somente no sentido das fibras, transversalmente é frágil; • Biodegradável pela ação de insetos e fungos; • Ignífuga, altamente combustível (quando não usados para esse fim específico);

3.7.3. Causas e consequências do desmatamento

Os dados mostram, em nível global, que a devastação varia de 10 a 20 milhões de hectares florestais por ano, (ou 10 quarteirões a cada minuto). Isso evidencia devastação das florestas atingindo valores preocupantes. As principais causas são, a agricultura, a pecuária, os projetos de desenvolvimento em larga escala tais como a construção de estradas ou hidroelétricas, e a extração da madeira [30]. Fatores estes que impulsionam o aumento da demanda por área para expansão territorial e pelos recursos florestais, áreas estas geralmente desmatadas pela aplicação de fogo, acarretando perda de biodiversidade [31].

A indústria da madeira tem uma participação importante no desmatamento. Dados evidenciam que “a cada ano 5.000.000 de hectares, no mínimo, de florestas tropicais são cortados para a obtenção da madeira” sendo que as áreas mais devastadas estão na Ásia e África Ocidental. Este desmatamento é impulsionado pela pobreza dos países do terceiro mundo que são obrigados a transformar seus recursos naturais em recursos financeiros [32].

Segundo o INPE (Instituto Nacional de Pesquisas Espaciais), na Amazônia legal que engloba nove estados brasileiros pertencentes à Bacia amazônica (Acre, Amapá, Amazonas, Pará, Rondônia, Roraima, Tocantins e parte dos estados do Mato Grosso e Maranhão) apontam que foram desmatados 5.843 km² no período de agosto de 2012 a julho de 2013 conforme demonstrado na Figura 22, esse número é 27,8% maior que no período

anterior, quando foram registrados 4.571 km² de áreas derrubadas. É o equivalente a quase quatro vezes o município de São Paulo [32].

Dados estes que foram fornecidos pelo projeto de monitoramento do desmatamento na Amazônia legal (Prodes), do Inpe, que o governo federal assume como o índice oficial de desmatamento. O estudo ainda cita que a alta já era esperada porque outro sistema, o Deter (Detecção de Desmatamento em Tempo Real), um instrumento mais rápido e menos preciso, voltado a gerar alertas para a fiscalização ambiental, vinha registrando um crescimento dos desmates [32].

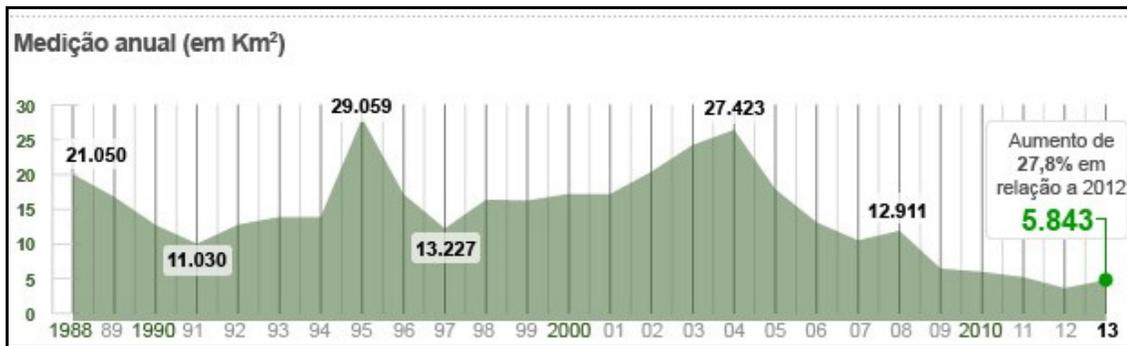


Figura 22 - Gráfico x: Desmatamento da Amazônia ao longo do tempo [32].

Em 2013 observou-se uma crescente, porém ainda é considerada a segunda mais baixa da história. O recorde foi em 2012, quando a Amazônia Legal registrou desmatamento de 4.571 km² [32].

No mesmo estudo, foi realizado um comparativo de cada estado. A maior área desmatada foi no Pará, que desmatou 2.379 km², 37% a mais do que em 2012. No entanto, o maior aumento de desmate (52%) ocorreu em Mato Grosso, onde 1.149 km² de floresta foram cortados. Também foi responsável por aumentos o estado de Roraima (49%), com 933 km² de cobertura florestal desmatada; o Maranhão (42%), que talhou 382 km² de floresta; e Rondônia (21%), sendo responsável por 933 km² de desmatamento em 2013. O estado do Amazonas foi o que apresentou menor aumento, de 7%, que representaram 562 km² a menos de floresta. [32-33].

No lado contrário do mapeamento, três estados da Amazônia brasileira reduziram sua taxa de desmatamento. O Amapá foi o que percentualmente mais reduziu em relação a 2012, baixando sua área desmatada de 27 km² para 11 km². A diferença foi de 59%. O Acre reduziu de 305 km² para 199 km², o que representou diferença de 35%. E o Tocantins

baixou 17% de sua taxa de desmatamento, passando de 52 km² de desmate em 2012 para 43 km² em 2013 [32-33].

Quanto à fiscalização, estudo do ministério do meio ambiente aponta um aumento significativo nos registros de inquéritos policiais, foram 3.921 relacionados ao desmatamento na região nesse período, sendo 350 por crimes contra a administração ambiental, 1.663 por crimes contra a flora e 1.908 por conta de mineração ilegal [32].

A fiscalização do desmatamento na Amazônia em 2013 custou R\$ 50.567.733, contabilizando os custos de diárias dos funcionários, de aeronaves e de locação de viaturas [32]. A Figura 23 ilustra um lote de madeira ilegal apreendida na reserva indígena do Alto Guama, situada no município de Nova Esperança do Piriá no estado do Pará.



Figura 23 - Madeira ilegal apreendida na reserva indígena do Alto Guama, Nova Esperança do Piriá/PA [32].

3.7.4. Espécie de Madeira - Eucalipto

No Brasil, a espécie do gênero *Eucalyptus* apresenta 3,55 milhões (pouco mais de 61%) da área de aproximadamente 5,74 milhões de hectares de florestas plantadas [34]. As espécies desse gênero apresentam alta adaptabilidade às condições edafoclimáticas brasileiras, o que refletiu diretamente em sua produtividade e, por conseguinte, no volume de áreas plantadas. O mesmo autor destaca ainda que as espécies mais plantadas/utilizadas no Brasil são: *Eucalyptus grandis*, *Eucalyptus urophylla* e *Eucalyptus viminalis* [35].

3.8. Casca de arroz

O Brasil é o nono maior produtor mundial e colheu 11,26 milhões de toneladas na safra 2009/2010. A produção está distribuída nos estados do Rio Grande do Sul, Santa Catarina e Mato Grosso. O estado do Rio Grande do Sul é destacadamente o maior produtor de arroz do país, com uma área de aproximadamente um milhão de hectares plantado e com um rendimento médio de 6.067 kg/ha, que corresponde a 46,3% da produção nacional. A casca corresponde a 20% do peso do arroz, dessa forma, considerando que o Brasil produz, em média, 12 milhões de toneladas ano, estima-se um rejeito em casca de 2,4 milhões de toneladas/ano [36].

3.8.1. Casca de arroz como matéria-prima

O componente casca, proveniente do arroz, é um revestimento ou capa protetora formada durante o crescimento do grão, de baixa massa específica e elevado volume. É um material fibroso, cujos maiores constituintes são celulose (50%), lignina (30%) e compostos inorgânicos (20%). Apresenta ainda um elevado teor de sílica. [37-38]

3.8.2. Problemática do resíduo casca de arroz

O arroz no seu cultivo consome grandes quantidades de água, devido à necessidade de irrigação, podem causar impactos ambientais negativos à quase todos os meios citados na Resolução do CONAMA. Dentre os resíduos que são provenientes da plantação do arroz, podemos citar: o pó e a casca de arroz [39].

Estes dois resíduos também possuem capacidade de degradar o meio ambiente se não tratados de forma adequada. A degradação ambiental é definida pelo Decreto nº 97.632/89, em seu Art. 2º, como: “os processos resultantes dos danos ao meio ambiente, pelos quais se perdem ou se reduzem algumas das suas propriedades, tais como qualidade ou capacidade produtiva dos recursos ambientais” [39].

As formas de destino dos resíduos sólidos da casca de arroz industriais mais comuns são [40]:

- a) depósito a céu aberto;
- b) depósito em aterro sanitário;
- c) usina de compostagem;
- d) usina de reciclagem;

e) usina de incineração.

A proceder com a destinação em terrenos a céu aberto ou em lavouras como adubo, a casca de arroz emite quantidades significativas CH_4 (Gás metano). Esta prática causa impactos ambientais negativos contribuindo em grande parcela para o efeito estufa, afetando diretamente a biota e indiretamente a saúde, a segurança e o bem-estar da população. Já o depósito em aterro sanitário é uma forma de destino adequada e econômica [39]. Este resíduo também é responsável pela degradação do meio ambiente quando abandonado em margens de rios ou em beiras de estrada, práticas que mesmo não assumidas são comuns no Estado do RS, devido a dificuldade de proporcionar ao resíduo destinação adequada [39].

3.9. Madeira Plástica

A Madeira Plástica é um produto novo, ecologicamente correto, fabricado a partir da transformação de matérias-primas reaproveitáveis (naturais ou não) e de materiais recicláveis (como resíduos de diversos tipos de plásticos e fibras vegetais). Deste processo resultam peças que podem imitar e/ou substituir a madeira natural, com vantagens [41].

A base do produto é qualquer tipo de plástico reciclável, ao que se podem agregar até 40% de fibras vegetais, tais como: serrim, fibra de coco, bambu, borra de café, sabugo de milho, casca de arroz, algodão, folhas, e mais uma infinidade de outras fibras [41].



Figura 24 – Fluxo macro de desenvolvimento da madeira plástica [41].

É possível introduzir corantes na mistura, fazendo qualquer tipo de cor (desde que o resíduo plástico a ser usado seja claro) [41]. A madeira plástica apresenta todas as vantagens que o plástico em si tem: não racha, não dá cupim nem mofo, não sofre ação de pragas, insetos nem roedores, é resistente a umidade, maresia e ao apodrecimento, podendo ser utilizada em todos os ambientes hostis à madeira tradicional, e não requer nenhum tipo de tratamento especial. Além disso, apresenta maior agarre a pregos e parafusos, não solta farpa e pode ser trabalhada com as mesmas ferramentas da madeira e não precisa ser envernizada [41].

3.9.1. Origem e Desenvolvimento da Madeira Plástica

O primeiro desenvolvimento da madeira plástica - produto que apresenta as mesmas utilidades e propriedades da madeira natural - registrado no domínio público data da década de 1970, quando seu processo de fabricação foi desenvolvido na Europa e no Japão. Utilizavam-se, então, como matéria-prima, sucatas plásticas pós-industriais, uma vez que era o único resíduo plástico disponível e barato naquele tempo. No entanto, essa indústria enfrentou dificuldades na competitividade de mercado e acabou fechando no Japão [42].

Ainda nos anos 1970, o holandês Eduard Klobbie deu início ao desenvolvimento de um sistema para transformar os resíduos de resina sintética termoplástica em um produto com características semelhantes à madeira. Na década de 1980, algumas empresas passaram a produzir e a utilizar sistemas similares ao de Klobbie para processar diversos tipos de resíduos plásticos e, desde então, diversos processos de reciclagem mecânica de plásticos têm sido desenvolvidos [42].

Já no final daquela década, principalmente nos Estados Unidos, em virtude da necessidade de reduzir a quantidade de resíduos sólidos urbanos (RSU) nos aterros sanitários devido à falta de espaço físico e ao elevado custo de transporte, a produção de madeira plástica começou a ser considerada como uma das possíveis alternativas à disposição final dos resíduos plásticos nos aterros sanitários [43].

Inicialmente, a madeira plástica era utilizada como matéria-prima para a fabricação de mesas de piquenique e bancos de jardim. Posteriormente, durante a década de 1990, foram desenvolvidas tecnologias com a finalidade de produzi-la para substituir a madeira natural em outras estruturas usadas em jardins, como cercas e deques. No entanto, a falta de padrões e de especificações da indústria de estrutura foi vista como uma barreira para a aplicação da madeira plástica, principalmente no setor de construção civil [43].

3.9.2. Estudos sobre a madeira plástica no Brasil

Em 1990, liderado e orientado pela Professora Eloísa B. Mano, foi iniciado no Brasil, um dos primeiros e mais importantes trabalhos sobre a madeira plástica [44].

Com essas pesquisas foi desenvolvida uma formulação de madeira plástica, que consiste em uma mistura de polietilenos reciclados (cerca de 75% de polietileno de baixa densidade e 25% de polietileno de alta densidade) [45].

Outro trabalho que vem contribuindo de forma significativa para fazer desse produto uma realidade no nosso país é o Diretório de Projetos Tecnológicos da UNESP. Estudos do Prof. Dr. Nascimento da UNESP (Universidade Estadual de São Paulo) pesquisa um processo de fabricação de madeira plástica adequado às condições brasileiras, por meio de um custo baixo e de uma tecnologia menos sofisticada para se obter o produto [46]. Tentando aliar aspectos ecológicos, econômicos e sociais, buscou desenvolver estudos sobre as características mecânicas e aplicações da madeira plástica com a colaboração de colegas da Universidade de Ciências Aplicadas de Darmstadt, na Alemanha. Tais pesquisadores montaram um projeto em que diferentes tipos de plástico são postos em cima de uma máquina trituradora e são transformados em pequenos grãos para, logo em seguida, serem moldados em uma matriz, por meio de uma prensa mecânica [45]. A implantação de uma miniempresa do projeto do Prof. Nascimento exigiria um investimento de aproximadamente R\$ 50 mil [46].

3.9.3. Processo produtivo

O processamento da madeira plástica envolve a extrusão dos componentes a uma determinada temperatura de fusão seguida por uma operação de injeção para dar a forma aos objetos [47-48].

As características dos compósitos plástico-madeira são influenciadas pelo método de processamento. Algumas das características básicas do processamento do compósito plástico-madeira dizem respeito a:

a) manter a temperatura do processo o mais baixo possível: no processamento do compósito deve-se procurar manter a temperatura sempre o mais baixo possível.

Temperaturas abaixo de 200°C são recomendadas para evitar a degradação da madeira. O processo deve permitir adequada saída de gases. A umidade resultante do processo de extrusão precisa ter uma saída da extrusora [49].

b) uniformidade relacionada à temperatura: quanto mais uniforme for a mistura, menor poderá ser a temperatura do processo [49].

c) tipo de extrusora: extrusoras com rosca dupla são mais adequadas à mistura do que extrusoras de rosca simples.

Em geral, a produção do compósito plástico-madeira é feita por extrusão, que se caracteriza por ser um processo contínuo, gerando granulado seco, homogêneo e com alta fluidez [49].

A formação do compósito em extrusora pode ser dividido em 4 etapas distintas:

- 1 - dosagem dos componentes (fibra natural, material plástico e aditivos);
- 2 - aglomeração dos componentes;
- 3 - resfriamento do granulado;
- 4 - separação dos finos (retorno ao sistema).

O sistema de produção do compósito se caracteriza por ser um processo de altas tecnologias de controle de mistura. O sistema processa preferencialmente materiais com teor de umidade de até 8% [49].

A madeira pré-secada juntamente com a resina e aditivos entram por um funil na extrusora peletizadora de rosca dupla quando os resíduos naturais (madeira) apresentam maior teor de umidade, a água existente precisa ser liberada.

A água é liberada na forma de vapor que é gerado na câmara de aglomeração. Este vapor é transferido à atmosfera por meio de uma unidade filtrante [49].

A umidade residual, do material aglomerado produzido, ficará abaixo de 1%.

A madeira pré-secada entra por um funil na extrusora peletizadora de rosca dupla com resina e aditivos introduzidos ao longo do barril [49].

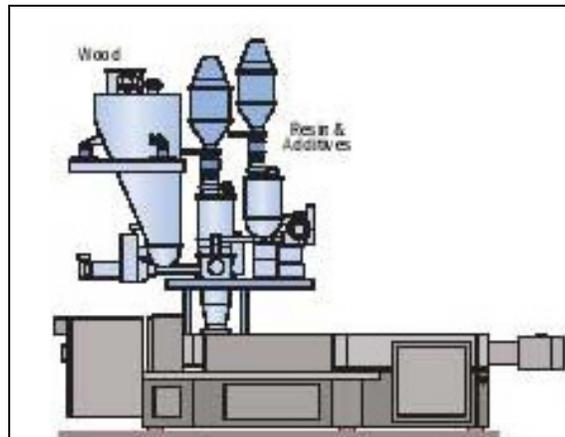


Figura 25 - Extrusora peletizadora de rosca dupla [49].

O descarregamento contínuo da madeira seca pelo funil da extrusora de rosca dupla (Figura 25) com resina e aditivos introduzidos ao longo do barril para o perfil do produto final.

Alta velocidade compondo uma extrusora múltipla simples ou extrusora de rosca dupla. Alternativamente é associada ao equipamento de extrusão uma bomba para produzir o perfil [49].

A madeira entra no funil da extrusora de rosca dupla e é seca dentro da extrusora. Aplicação de multi-extrusão com madeira, resina e aditivos na extrusora de rosca dupla principal com descarregamento da extrusora de rosca simples para moldar a peça [49].

Etapas do processo:

1° - Secagem da madeira para preparação da formulação correta da mistura e estabilizar a operação.

2° - O segmento dos tambores e roscas são sempre otimizados;

3° - Geração e controle da pressão;

4° - Definição do molde, segundo padrão de produção ou conforme o pedido;

5° - Tanque de resfriamento para acondicionar a temperatura final do produto;

6° - Acabamentos finais do produto para atender as principais necessidades do produto desejado.

Na Figura 26 demonstra o fluxograma de produção da madeira plástica considerando como carga o pó de serra.

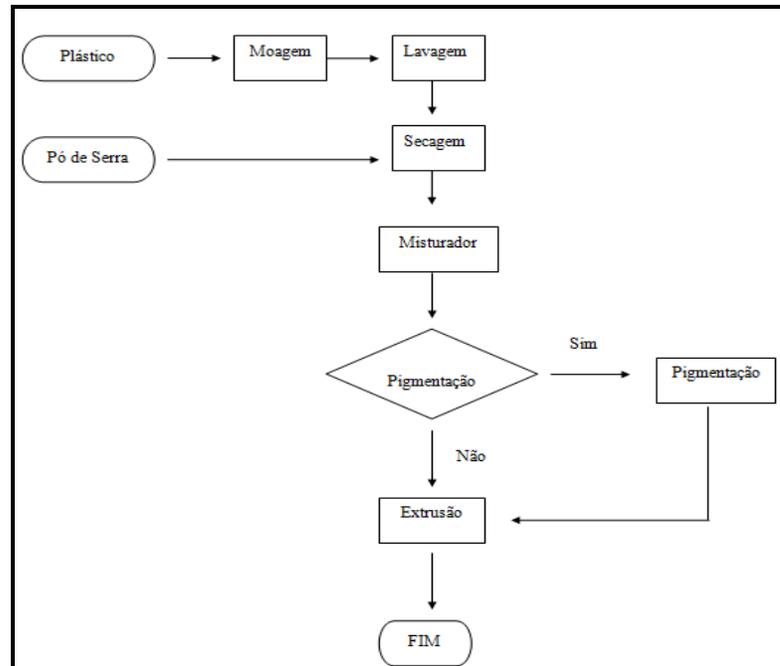


Figura 26 - Fluxograma de Produção da Madeira Plástica [49].

Os principais problemas no processamento de composto termoplástico (plástico/fibra vegetal) são [46-49]:

- a) variação na qualidade da matéria-prima plástica;
- b) limitações na compatibilidade devido às características hidrofílicas da madeira e hidrofóbicas do polímero;
- c) baixa estabilidade térmica durante o processamento;
- d) as rigorosas condições de processamento;

O processo de produção requer bastante cautela devido ao abastecimento contínuo de material reciclado.

3.9.4. Normas e associações ligadas a Madeira plástica

Em 1993, foi formada a Associação Comercial de Madeira Plástica (em inglês Plastic Lumber Trade Association – PLTA), com o objetivo de determinar os métodos e especificações de testes a serem realizados para classificar os materiais feitos de madeira plástica nos padrões da Sociedade Americana de Testes e Materiais (em inglês American

Society for Testing and Materials – ASTM). A princípio, a especificação padrão de poliolefinas da ASTM para a fabricação de madeira plástica considera, especificamente, o polietileno de alta densidade (PEAD). No entanto, a madeira plástica também pode ser fabricada usando polipropileno (PP), poliestireno (PS) e poli(cloreto de vinila) (PVC) ou até mesmo acrescentadas fibras naturais ou de vidro e cargas minerais [50].

Esse produto, confeccionado a partir de resinas sintéticas termoplásticas, além de apresentar propriedades semelhantes às da madeira natural, oferece vantagens em relação a esta por ser mais resistente ao ataque de insetos, à água e à degradação, necessitando, assim, de menor manutenção. Apresenta maior durabilidade, é fácil de limpar com água e sabão, é moldável e impermeável e, ainda, pode ser furada, aparafusada e serrada [51-52].

Segundo a ABNT, a madeira-plástica possui a densidade semelhante à madeira natural Angelim [10,23].

Até 1998, a ASTM já dispunha de uma série de padronizações para produtos fabricados com polietileno e fibras de madeira ou reforçados com fibra de vidro como a ASTM D6108 (1997) – Compressive properties; ASTM D6109 – Flexural Properties (1997); e ASTM D6341 (1998) – Coefficient of Thermal Expansion [50].

Além de definir padrões para madeira plástica, a Comissão da ASTM também desenvolveu as especificações de distribuição e de compra com base no desempenho e no uso final da aplicação do produto. A Comissão definiu a primeira aplicação de madeira plástica para fabricação de deques (ASTM D6662) por se apresentar um dos mercados mais promissores que utilizam poliolefinas como matéria-prima. As questões mais importantes abordadas na ASTM D6662 incluem os limites dimensionais, deflexão, inflamabilidade, propriedades materiais de desenho estrutural, exposição ao ar livre e resistência de escorregamento. A metodologia para desenvolver outras formas e/ou composições de madeira plástica pode ser encontrada na norma ASTM D6662 (2001). A especificação da norma ASTM D6662 define a madeira plástica como sendo um produto fabricado com conteúdo de plástico superior a 50% em massa e que possua genericamente uma seção transversal retangular com dimensões típicas dos produtos de madeira industrializada [50].

3.9.5. Avanços Tecnológicos no Processamento de madeira plástica

A madeira plástica, apesar de ser um produto desenvolvido na década de 1970, ainda é pouco conhecida e o seu processo produtivo ainda carece de pesquisas.

Conforme informado anteriormente, existem dois grupos de pesquisas no Brasil (UFRJ e UNESP) que vem contribuindo de forma significativa para o desenvolvimento desse produto [51]. A produção de madeira plástica exige conhecimento nas áreas de misturas poliméricas e de processamento de polímeros, e que para sua fabricação industrial também se exige a avaliação de toda a cadeia industrial da reciclagem, que engloba a coleta, identificação de plásticos, moagem, lavagem, processamento e comercialização [51].

Diversos tipos de plástico podem ser utilizados para obtenção da madeira plástica, como: PEBD, PEAD, PET, PVC, PP [23]. Há também diversos tipos de misturas que podem ser utilizadas e agregadas no processo de obtenção da madeira plástica: serragem, resíduos de algodão, papel, pneus, fibra de vidro, fibra de coco babaçu, bagaço de cana de açúcar, palha de arroz ou até mesmo 100% plástico [52]. O plástico funciona como aglutinante, dando liga à madeira. Os dois componentes já triturados são colocados numa prensa. O polímero funde com o calor e envolve a madeira. Quando resfriada, a mistura se solidifica [52].

3.9.6. Aplicações da madeira plástica

A aplicação da madeira plástica é muito ampla, podendo ser utilizada em todos os lugares nos quais se utiliza a madeira natural. A madeira plástica está sendo muito utilizada na construção civil pelos seus grandes benefícios. Um dos pioneiros na utilização deste material foram as indústrias automobilística que utilizam nos interiores dos carros [52].

A Figura 27 demonstra o percentual de aplicação dos compósitos termoplásticos nos principais mercados. A indústria da construção civil contribuindo com 75%.

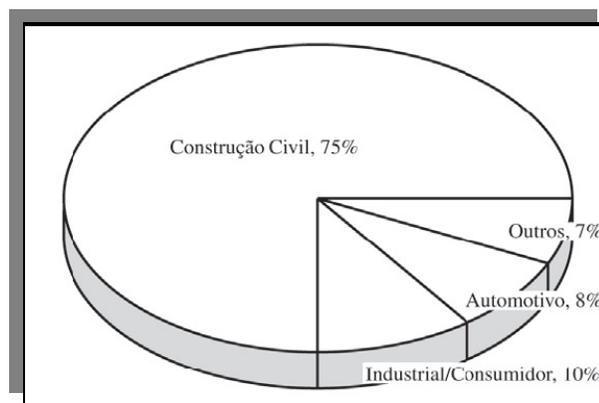


Figura 27 - Principais mercados para compósitos termoplásticos com madeira por aplicação [49].

A madeira plástica, apresenta uma enorme versatilidade, tanto na forma, dimensão, ou aspecto. Permite a substituição de diversas madeiras raras, em muitas aplicações onde qualquer de suas propriedades, como a resistência à água, sejam desejadas. A sua comercialização pode dar-se aos mesmos moldes da madeira convencional, e ainda permitir formatos impensáveis para a madeira em determinadas dimensões, como perfis em L, U ou X, tubos arredondados ou quadrados, ou ainda formatos perfis.

Madeira plástica esta sendo utilizada como barreira, piso, banco, jardim como flower stand e etc (Figura 28).



Figura 28 – Alguns exemplos de madeira plástica [49].

3.9.7. A Madeira plástica como fator de sustentabilidade

A produção da madeira plástica é apontada como um grande fator de sustentabilidade por todas as implicações positivas que traz para o meio ambiente, a começar por ser um produto 100% reciclado e reciclável [53].

A madeira plástica retira o lixo plástico do meio ambiente e o transforma em um produto útil à sociedade.

Mesmo depois de pronto, o produto pode voltar a extrusora e se transformar novamente em madeira plástica. Outra contribuição positiva desse produto é o fato de evitar a derrubada de árvores, que são responsáveis por 75% das emissões de gás carbônico no Brasil, ou seja, 75% do principal gás causador do efeito estufa não estão nos veículos ou nas chaminés das fábricas e sim nas árvores que são derrubadas [54].

A madeira plástica traz todas essas implicações positivas ao meio ambiente. E além de ser um produto sustentável e ecologicamente correto, ainda tem outras vantagens.

Vantagens:

- Não requer manutenção;
- Substitui a madeira e várias aplicações;
- Resistente a Impactos;
- Não racha;
- Não contém farpas;
- Mais resistente que a madeira de lei;
- Imune a pragas e cupins;
- Impermeável;
- Antiderrapante;
- Não empena;
- Resistente a produtos químicos e a corrosão.

Estas são as vantagens e características de um produto que gradualmente vêm conquistando o mercado e se consolidando sustentável e assim contribuindo para a preservação do planeta [55].

Desvantagem

Um dos principais pontos que desfavorece é o preço a madeira plástica tem o mesmo preço de um objeto de madeira em alguns casos o objeto de madeira acaba saindo mais barato. Isso acontece pela baixa produção no Brasil e a falta de matéria-prima [55].

Na lavagem geram-se resíduos durante a oriundos muitas vezes dos restos de alimentos das embalagens plásticas e geração de efluentes orgânicos e inorgânicos.

3.10. Sustentabilidade

Os estudos acerca do desenvolvimento sustentável apresentam em geral, as dimensões: ambiental, social, econômicas, geográficas e culturais.

No século XX a globalização, apropriada pelos modelos econômicos, já se apresenta, para o senso comum, progressivamente como objeto da preocupação socioambiental [56].

O cidadão comum – em diversas latitudes começa a perceber que a dimensão de seus atos, cumulativamente, também pode ter efeitos globais. Efeitos esses, percebidos no campo social, econômico e ambiental, de forma particular em cada região, mas conectado ao planeta, com um todo. Torna-se, cada vez mais, notório que a produção industrial é a grande responsável pela degradação ambiental, contudo havia degradação ambiental antes da industrialização, porém nesta época a população do planeta era bem menor, sendo possível aos povos emigrar de áreas degradadas, deixando a cargo da natureza a sua regeneração. Com o aumento populacional, essa atitude evasiva não é mais possível, trazendo paulatinamente a preocupação em preservar o meio ambiente para a perenidade da espécie humana [56].

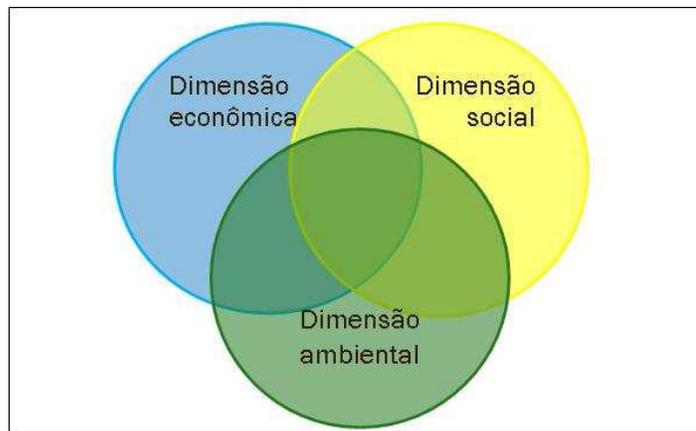


Figura 29 - Equilíbrio entre as dimensões econômica, social e ambiental [25].

A Figura 29 ilustra as três dimensões da sustentabilidade, também chamadas de *triple bottom line* e sugere que as decisões, no mundo dos negócios, sejam tomadas sob a interseção das mesmas, atendendo não só os desejos de ganhos financeiros, mas que sejam atendidos também os anseios da sociedade com respeito ao meio ambiente [51].

3.11. Logística Reversa

A logística reversa é um campo de estudo que ultrapassa a idéia de distribuição de bens da logística tradicional, pois seu foco é no retorno desses bens, atualmente, com uma

visão econômica em relação à redução de custos de matérias-primas e seu processamento e também ambiental em relação à redução da necessidade de extração dessa matéria da natureza, com o auxílio de técnicas de reciclagem [57].

É um canal reverso que trata do retorno de produtos para reciclagem, reutilização, remanufatura, substituição ou disposição de bens retornados. Enquanto a logística direta gerência o fluxo de materiais da origem ao consumo, a logística reversa gerência o fluxo do consumo de volta à origem ou à disposição, reintroduzindo o produto ao ciclo dos negócios, agregando-lhes valor econômico, ecológico, legal e de imagem corporativa [57].

O tratamento destas “sobras” pode permitir à empresa contribuir para o bem-estar social (doações), para preservação do meio ambiente (reciclagem) ou para fidelização do cliente (serviços especiais), trazendo ganhos de imagem ao seu negócio. O retorno ao ciclo produtivo dos bens e de seus materiais constituintes como a principal preocupação da logística reversa. O retorno desses materiais além de poder minimizar os custos com matérias-primas proporciona um acréscimo de valor no que tange à preservação ambiental, pois reduz a extração de materiais naturais, geralmente esgotáveis, e permite a redução do impacto causado pelo descarte inadequado de rejeitos [57].

O desenvolvimento progressivo da logística reversa no final do século XX e início do século XXI se deve pela preocupação com a disposição final adequada dos bens de pós-consumo, principalmente pela tendência à descartabilidade gerada após a Segunda Guerra Mundial. Essa tendência á descartabilidade foi acelerada pelo ímpeto mercadológico concomitantemente com o desenvolvimento tecnológico, que aceleraram a obsolescência, reduzindo o ciclo de vida dos produtos [57].

O crescimento do lixo urbano coletado nas grandes metrópoles é um dos indicadores da descartabilidade, principalmente pela observação da substituição de lixo orgânico por rejeitos recicláveis [57].

As Figuras 30 e 31 evidenciam o foco da logística reversa no que se refere as atividades típicas do processo logístico reverso e a demonstração de agregação de valor no fluxo reverso.

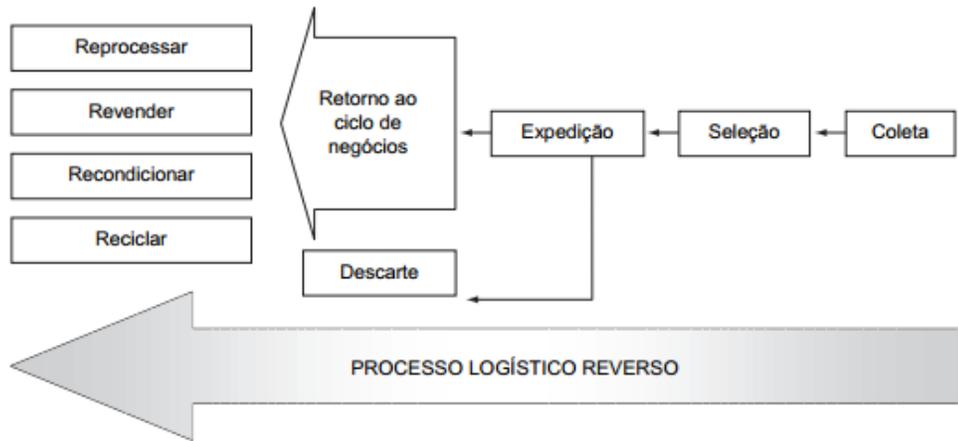


Figura 30 – Atividades típicas do processo logístico reverso [57].

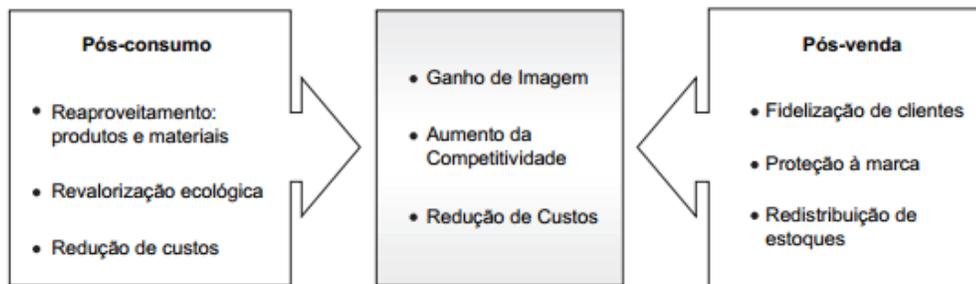


Figura 31 – Fluxos reversos: agregando valor [57].

É no contexto de bem-estar social e preservação do meio ambiente que a logística reversa deve ser empregada, proporcionando canais e fluxos contínuos de coleta e destino adequados, geralmente tomando atitude pró-ativa no melhor reaproveitamento do bem pós-venda, pós-consumo ou melhor aproveitamento do rejeito de vários processos. A utilização da logística reversa é fundamental para o êxito da reutilização e da reciclagem, visando à ecologia industrial e a sustentabilidade [57].

3.12. Conceitos Econômicos

Para os estudos de viabilidade econômica da madeira plástica faz-se necessário o entendimento dos conceitos econômicos, custos fixos e variáveis, VPL, TIR, Pay Back e outros que estão citados no conteúdo seguinte.

3.12.1. Classificação de empresas

Uma planta de madeira plástica é caracterizada e tem investimentos de acordo com o porte da empresa e sua capacidade produtiva. A classificação de porte de empresa adotada pelo BNDES (Banco Nacional do Desenvolvimento Econômico e Social) e aplicável a todos os setores está resumida no quadro a seguir [58]:

Tabela 9 - Classificação do porte da empresa [58].

Classificação	Receita operacional bruta anual
Micro empresa	Menor ou igual a R\$ 2,4 milhões
Pequena empresa	Maior que R\$ 2,4 milhões e menor ou igual a R\$ 16 milhões
Média empresa	Maior que R\$ 16 milhões e menor ou igual a R\$ 90 milhões
Grande empresa	Maior que R\$ 90 milhões

Entende-se por receita operacional bruta anual a receita auferida no ano-calendário com:

- a) o produto da venda de bens e serviços nas operações de conta própria;
- b) o preço dos serviços prestados; e
- c) o resultado nas operações em conta alheia, não incluídas as vendas canceladas e os descontos incondicionais concedidos.

Na hipótese de início de atividades no próprio ano-calendário, os limites serão proporcionais ao número de meses em que a pessoa jurídica ou firma individual houver exercido atividade, desconsideradas as frações de meses. Nos casos de empresas em implantação, será considerada a projeção anual de vendas utilizada no empreendimento, levando-se em conta a capacidade total instalada [58].

Quando a empresa for controlada por outra empresa ou pertencer a um grupo econômico, a classificação do porte se dará considerando-se a receita operacional bruta consolidada.

Entes da administração pública direta não são classificados por porte. Para fins de condições financeiras serão equiparados às grandes empresas. As pessoas físicas não empresárias são equiparadas, quanto ao porte, conforme sua renda anual, às categorias da

classificação de porte de empresas. Para as empresas média-grandes serão aplicadas as mesmas condições das grandes empresas, ressalvadas as disposições em contrário [58].

3.12.2. Análise de Viabilidade

Decidir sobre fazer um investimento envolve uma tomada de decisões e a primeira pergunta que se faz é quanto se pretende investir, e a partir disso são traçados os objetivos de análise. É preciso avaliar as alternativas atrativas desse investimento, o qual é considerado como um desembolso que irá gerar um fluxo de benefícios futuros.

Ao fazer um novo investimento, uma empresa deve fazer uma análise da viabilidade do mesmo. Ao instalar uma nova fábrica, comprar novos equipamentos ou simplesmente alugar uma máquina, isto é, primeiramente é necessário considerar os aspectos econômicos do investimento, e após, analisar se o mesmo é rentável. Aplicando os critérios econômicos corretamente, para saber quais dos investimentos rendem mais, ou seja, em qual o dinheiro aplicado vai render o maior retorno [59].

A decisão de se fazer um investimento de capital é parte de um processo que envolve a geração e a avaliação das diversas alternativas que atendam às especificações técnicas dos investimentos. Em seguida é analisado quais delas são financeiramente atrativas, sendo nessa parte que os indicadores gerados podem auxiliar no processo decisório.

Análise da viabilidade de um investimento é sempre considerada uma tarefa imprescindível no ambiente empresarial. Se for uma decisão de grande porte, em relação a um novo empreendimento ou ampliação, essa análise é decisiva para aceitar ou não o investimento, se for uma decisão de pequena escala, compra de equipamentos, por exemplo, a análise não será fator decisivo, sendo usados outros elementos na decisão a ser tomada.

3.12.3. Metodologias de análise de viabilidade

A metodologia de análise de viabilidade no presente estudo buscou verificar a viabilidade do incremento no negócio, em termos econômicos e financeiros, sendo que o objetivo dessa análise foi levantar os investimentos necessários, bem como o retorno deste, através de estimativas baseadas em saldos de fluxos de caixa, e na taxa de atratividade desse negócio [60].

É necessário saber o que a empresa deseja, tendo percepção dos benefícios que a entidade vai ter ao realizar esse investimento. As metodologias de avaliação do investimento

são uma forma de analisar o potencial de agregação do valor desse projeto, sendo avaliados os impactos deste nas várias áreas da entidade [61].

Existem duas vertentes para identificar os métodos de avaliação de investimentos, aqueles baseados no fluxo de caixa, e aqueles baseados no resultado econômico/contábil. O primeiro tem como característica a identificação dos fluxos de caixa do projeto, ou seja, as entradas e saídas de caixa decorrentes de implementar o projeto, ignorando apropriações, provisões, diferimentos e amortizações. Os métodos que se baseiam na abordagem econômica/contábil consideram os impactos econômicos de um projeto, apurados por meio de demonstrações contábeis (balanço patrimonial e demonstração de resultado). Fazendo parte das projeções desenvolvidas o diferimento, as amortizações e as provisões [62].

Os indicadores de análise de projetos de investimentos podem ser subdivididos em dois grandes grupos. Indicadores associados à rentabilidade (ganho ou criação de riqueza) do projeto e indicadores associados ao risco do projeto. Na primeira categoria estão o Valor Presente Líquido (VPL); o Valor Presente Líquido Anualizado (VPLa), a Taxa Interna de Retorno, o Índice Benefício/Custo (IBC) e o Retorno Adicional sobre o Investimento (ROIA). Na segunda categoria estão a Taxa Interna de Retorno (TIR), o Período de Recuperação do Investimento (Pay-back) e o Ponto Fisher que é onde os VPLs são iguais considerando uma determinada taxa [63].

Sempre que a taxa de análise for maior que a apresentada pela interseção de Fischer não haverá conflito, ou seja, o projeto que apresentar o maior VPL também terá a maior TIR [64].

A aplicação dessas técnicas está associado ao processo de geração de indicadores, e a análise de investimentos é utilizada na seleção de alternativa de investimentos, e na avaliação dos seus impactos [63].

Alguns métodos de avaliação econômica de projetos, que utilizam o conceito de fluxo de caixa descontado como base, são instrumentos essenciais nas decisões de investimentos e, apesar da preferência dos profissionais pelo uso da Taxa Interna de Retorno (TIR), a literatura em geral tem recomendado o Valor Presente Líquido (VPL) como método de excelência [65].

3.12.4. Taxa Interna de Retorno - TIR

No momento de tomar a decisão de realizar um investimento, as empresas procuram obter o máximo de lucro com o mínimo de risco possível.

Para isso é imprescindível na análise do investimento definir quais serão os critérios utilizados na tomada de decisões, se o desejo da empresa é maximizar os lucros, o método a ser utilizado é o do valor presente líquido (VPL), mas se a intenção for de ter o maior retorno desse investimento, o método que melhor se enquadra é o da taxa interna de retorno (TIR) [66].

A Taxa Interna de Retorno (TIR) corresponde à taxa de desconto que iguala o valor presente das entradas de caixa ao investimento inicial do projeto. O método consiste na identificação da taxa a partir de um dado fluxo de caixa do projeto [61].

Sendo que o projeto só será aceito se apresentar TIR superior ao custo de oportunidade da empresa, do ponto de vista financeiro é o percentual de retorno obtido sobre o saldo do capital investido e ainda não recuperado. Matematicamente, a taxa interna de retorno é a taxa de juros que iguala o valor presente das entradas de caixa ao valor presente das saídas de caixa [61].

Ao analisar entre duas alternativas econômicas com TIR diferentes, a que tiver a maior taxa significa que o investimento vai proporcionar maior retorno. Somente se a TIR for maior que a taxa mínima de atratividade o investimento será economicamente atraente [66].

A Taxa Interna de Retorno é uma das maneiras pelas quais a empresa poderá analisar se o investimento é atrativo ou não, sendo um ótimo método de análise de investimentos, no qual cada empresa se adapta melhor conforme o tipo de projeto [66].

3.12.5. Taxa Mínima de Atratividade - TMA

Ao analisar uma proposta de investimento é preciso considerar que se pode estar perdendo a oportunidade de obter retorno em outro projeto, pela aplicação deste mesmo capital. A nova proposta para ser atrativa deve render, no mínimo, a taxa de juros equivalente à rentabilidade das aplicações correntes e de pouco risco. Esta é, portanto, a Taxa Mínima de Atratividade (TMA) [59].

A Taxa Mínima de Atratividade é a melhor taxa, com baixo grau de risco, disponível para aplicação do capital em análise. A decisão de investir sempre terá pelo menos duas alternativas para serem avaliadas: investir no projeto ou Investir na Taxa Mínima de Atratividade. A TMA equivale ao custo de oportunidade de capital, expresso sob a forma de taxa de juros [60].

A Taxa Mínima de Atratividade é considerada uma variável muito importante para os métodos de análise de investimentos, é feita para que a empresa não perca a oportunidade

de aplicar seus recursos em projetos que geram maior rentabilidade. A TMA leva em conta o custo de oportunidade, o custo do capital próprio da empresa e o custo dos empréstimos, podendo evitar a falência e a perda de valor econômico, sendo que na análise de projetos de investimentos a geração de retorno é a exigência básica para compensar os riscos e custo de capital [60].

3.12.6. Valor Presente Líquido – VPL

O conceito de valor presente líquido do fluxo de caixa é obtido subtraindo-se os investimentos iniciais de um projeto do valor presente das entradas de caixa, descontadas a uma taxa igual ao custo de oportunidade da empresa. O projeto deverá ser aceito quando o VPL for positivo, isso significa que ele está gerando um retorno à empresa superior ao seu custo de capital [61].

O método do valor presente líquido é economicamente consistente, pois apura o saldo de caixa do projeto, sendo expresso em moeda corrente. É o retorno que se espera obter no projeto de investimento [66]. O Valor Presente Líquido é a técnica de análise de investimentos mais conhecida e utilizada, sendo este, a concentração de todos os valores esperados de um fluxo de caixa na data zero. Para este cálculo é utilizada a taxa mínima de atratividade da empresa (TMA) [60].

O VPL de um investimento é igual ao valor presente do fluxo de caixa líquido, sendo, portanto, um valor monetário que representa a diferença entre as entradas e saídas de caixa trazidas a valor presente [67].

A metodologia de cálculo do valor presente líquido é a seguinte:

$$VPL = FCX1 + FCX2 + \dots + FCXn - I0$$

$$(1 + i)^1 (1 + i)^2 (1 + i)^n$$

Sendo: VPL = valor presente líquido

FCX = fluxo de caixa de cada período (1 até n)

I0 = investimento inicial

O VPL é um método alternativo para a tomada de decisão, este modelo é utilizado para a comparação entre mais de um investimento, sendo aceito o que apresentar o maior valor presente líquido. Quando o VPL for positivo, o projeto deverá ser aceito, pois o mesmo está proporcionando um retorno à empresa superior ao seu custo de capital. Ele vai demonstrar a contribuição que o investimento gerará para a empresa [67].

3.12.7. Período de Payback

O conceito de payback é o período de recuperação de um investimento e consiste na identificação do prazo em que o montante do dispêndio de capital efetuado seja recuperado por meio dos fluxos líquidos de caixa gerados pelo investimento. É quando os valores dos fluxos negativos se anulam com os respectivos valores dos fluxos positivos [65].

Payback é o método que mede o tempo necessário para obter todo o investimento feito, quanto menor for esse tempo de retorno, menor será o risco envolvido. Se o tempo para receber de volta o investimento for maior, o risco envolvido também será, pois, mais sujeito as mudanças do mercado estará o investimento [66].

Há duas formas de medir o payback, na primeira, são adicionados apenas os fluxos de caixa nominais e medido o tempo em que os fluxos de caixa recebidos levam para se igualar aos investimentos feitos. Na segunda, os fluxos de caixa são trazidos a valor presente, e depois é medido o tempo de retorno deste investimento [68].

4. METODOLOGIA

Neste capítulo serão descritas as metodologias utilizadas durante a realização deste estudo.

4.1. Aquisição de dados em empresas do ramo

O check list (vide anexo I, parte 1 e 2), foi aplicado em quatro empresas de pequeno porte do ramo de madeira plástica, duas situadas na região Sudeste e duas na região sul. As regiões escolhidas foram devido a relevante importância de colocação no mercado.

O primeiro passo foi realizar uma pesquisa de mercado na internet e cadastros no Sebrae e Senai. Foi contatada também a Plastivida (Instituto Sócio-Ambiental dos plásticos) e o Cempre (Compromisso Empresarial para Reciclagem). Após esse passo entrou em contato via telefone para verificar a possibilidade da pesquisa e a exposição dos dados através da pessoa responsável pela produção.

O segundo passo foi o envio dos questionários por e-mail para as empresas, objetivando coletar dados das particularidades de cada produção.

A elaboração do questionário exigiu uma primeira pesquisa sobre os pontos mais interessantes a serem observados dentro das empresas para isso foram formuladas perguntas a serem abordadas.

Com base nestas informações, foi elaborado o questionário a ser aplicado com o líder da produção e o gerente da fábrica, sendo sete perguntas no que diz respeito a parte técnica (Processo de produção e particularidades) e onze perguntas para a parte econômica e âmbitos administrativos.

Pesquisas realizadas em revistas especializadas de polímeros permitiram conhecer o preço dos vários tipos de materiais. Os resíduos oriundos de cooperativas possuem um valor agregado maior.

Foram realizadas ainda duas visitas, todas na região Sul do país, mais precisamente em Flores da Cunha/RS e Dois Irmãos/RS. Para cada uma delas, foi criado um relatório detalhado sobre cada particularidade da produção e os demais aspectos administrativos enquanto empresa. Em empresas que não foram visitadas, as informações foram passadas por telefone, dando origem a outros relatórios mais simplificados, porém bastante úteis.

4.2. Aquisição de dados com instituições de ensino

O check list (vide anexo II), foi aplicado em quatro instituições de ensino federais de quatro regiões do Brasil, uma na região Sul, outra na região Sudeste, a terceira no nordeste Brasileiro e a última na região centro-oeste. O mapeamento permitiu um diagnóstico amostral das pesquisas e avanços em madeira plástica de norte a sul do país.

O primeiro passo foi realizar uma pesquisa sobre as publicações relacionadas ao tema e a relação das áreas de concentração, em seguida foi entrado em contato via telefone para verificar a possibilidade da pesquisa e a exposição dos dados através da pessoa designada pelo programa de pós graduação.

O segundo passo foi o envio dos questionários por e-mail para as universidades, objetivando coletar dados das particularidades de cada uma e área de atuação.

A elaboração do questionário exigiu uma primeira pesquisa sobre os pontos mais interessantes a serem observados dentro das universidades para formulação das perguntas a serem abordadas.

Com base nestas informações foi elaborado o questionário a ser aplicado com a pessoa representante da universidade, contendo 6 perguntas sobre trabalhos e conduções de madeira plástica dentro do ambiente de ensino.

Foram realizadas ainda duas visitas, uma na região sudeste, o IMA (instituto de macromoléculas da UFRJ) e a UFRGS, onde foi o início da pesquisa. Nas universidades do Mato Grosso (UFMT) e da Bahia (UFBA) não houve visitas, as informações foram passadas por telefone, dando origem a outros relatórios mais simplificados.

4.3. Aquisição de dados com cooperativas de reciclagem de Resíduo sólido urbano (RSU)

A obtenção da aquisição de dados foi procedida em duas entidades de reciclagem de RSU, sendo o foco da análise e verificação, o polímero, que é a matéria prima principal para o processamento do produto pesquisado.

As visitas foram realizadas nas cooperativas, que ficam situadas na região Sul do país, uma fica situada em 2 irmãos/RS e a outra e Nova Santa Rita também no estado do Rio Grande do Sul.

Primeiramente, foi realizada uma pesquisa no site do Cempre (Compromisso Empresarial para Reciclagem) que é a referência de estudos no âmbito de coleta de

informações para destinação e reciclagem deste tipo de resíduo. Foi pesquisado através das páginas do internet e de uma entrevista com o setor técnico, uma série de informações primordiais para se situar e entender o maior questionamento encontrado no estudo prévio de viabilidade da madeira plástica, que é justamente o entrave do fornecimento de matéria prima constante por parte dos recicladores.

Em seguida, foram realizadas as visitas nas duas cooperativas, todas financiadas com recursos próprios. O objetivo foi a coleta de informações através de entrevistas com os funcionários dos setores e do líder da cooperativa. Dados de obtenção, separação e armazenamento foram extraídos.

Com base nestas informações, foi efetuada uma análise e diagnóstico preliminar do fornecimento do polímero reciclado para as empresas que produzem madeira plástica.

4.4. Estudo de viabilidade técnico e econômico da Madeira plástica

A presente pesquisa é classificada como aplicada e quantitativa. Aplicada, pois serão gerados conhecimentos para, na prática, solucionar problemas específicos. Quantitativa, pois foram apurados valores de investimentos e de custos, apresentando também uma simulação da viabilidade econômica do negócio madeira plástica. Foram coletados e tabulados dados junto às empresas a fim de serem utilizados no presente estudo e realizado uma simulação do modelo e econômico ideal através de algumas premissa adotadas.

O processo de análise estratégica de um investimento pressupõe verificar se a empresa consegue gerar fluxos de caixa positivos em curto prazo, capazes de dar sustentabilidade ao processo de geração de valor no longo prazo. Trata-se de um estudo fundamental para a aprovação de um projeto, pois, a administração de um negócio toma decisões a partir desta avaliação. Um projeto deve ter duas condições para ser viável [81]:

- Viabilidade técnica: necessária, mas não é suficiente, representa a possibilidade do projeto ser realizado com os procedimentos de engenharia e equipamentos disponíveis;
- Viabilidade econômica: o investimento remunera adequadamente o capital aplicado no projeto, ou seja, os benefícios devem ser maiores que os custos;

A análise de viabilidade econômica utiliza uma taxa de investimento que pode ser a taxa de juros de uma aplicação financeira.

Muitas conclusões foram tiradas a partir das informações coletadas através dos questionários, dentre eles, foram ainda criados gráficos e tabelas no excel, tudo para

estruturar as informações de forma organizada. Todos os questionários respondidos, visitas realizadas e pesquisas por telefone, foram copilados e analisados.

Com base em todas as informações coletadas e utilizando o software EVTE prix, deu-se início ao estudo de viabilidade técnica e econômica da madeira plástica. Os cálculos foram embasados e adotados como premissas dados obtidos nas entrevistas e nas pesquisas de mercado e outros assumidos mediante referencial de indústria de ramos semelhantes. Desta forma foi estruturada uma planilha de cálculo para os gastos envolvidos, que estão listados abaixo:

- Custos de mão de obra e investimentos;
- Impostos;
- Custos fixos e variáveis;
- Custo, depreciação, manutenção e seguro de equipamentos;
- Capital de Giro para um ano de funcionamento;
- Demais cálculos de indicadores, como rentabilidade, lucratividade e ponto de equilíbrio.

4.5. Análise de sensibilidade

A análise de sensibilidade consiste em medir em que magnitude uma alteração prefixada em um ou mais fatores do projeto altera o resultado final. Esse procedimento permite avaliar de que forma as alterações de cada uma das variáveis do projeto podem influenciar na rentabilidade dos resultados esperados [62].

Por meio da utilização do software Crystall Ball instalado no programa Excel foi realizado a distribuição de probabilidade para cada uma das variáveis, nesse caso a distribuição triangular. Mediante a geração de números aleatórios, valores são obtidos para essas variáveis, daí resultando indicadores de resultados para o investimento.

Para avaliar o risco envolvido nos diversos sistemas, foi empregada a técnica da simulação de Monte Carlo. O princípio básico dessa técnica reside no fato de que a frequência relativa de ocorrência do acontecimento de certo fenômeno tende a aproximar-se da probabilidade de ocorrência desse mesmo fenômeno, quando a experiência é repetida várias vezes assumem valores aleatórios dentro dos limites estabelecidos [64].

A sequencia de cálculos para a realização da simulação de Monte Carlo é a seguintes [69]:

- (1) Identificar a distribuição de probabilidade de cada uma das variáveis relevantes do fluxo de caixa do projeto;
- (2) Selecionar ao acaso um valor de cada variável, a partir de sua distribuição de probabilidade;
- (3) Calcular o valor do indicador de escolha cada vez que for feito o sorteio indicado no item 2;
- (4) Repetir o processo até que se obtenha uma confirmação adequada da distribuição de frequência do indicador de escolha. Essa distribuição servirá de base para a tomada de decisão.

A Figura 32 ilustra o processo de simulação de Monte Carlo para uma situação de quatro variáveis.

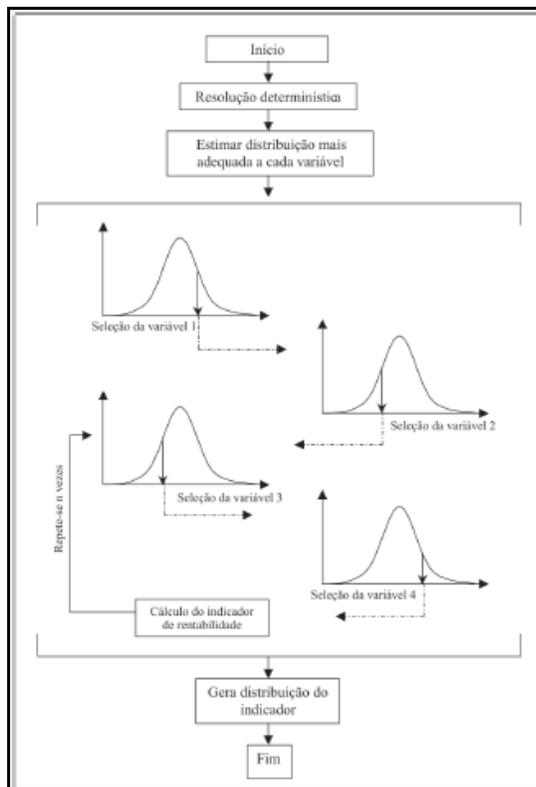


Figura 32 - Processo de simulação de Monte Carlo para uma situação de quatro variáveis [70].

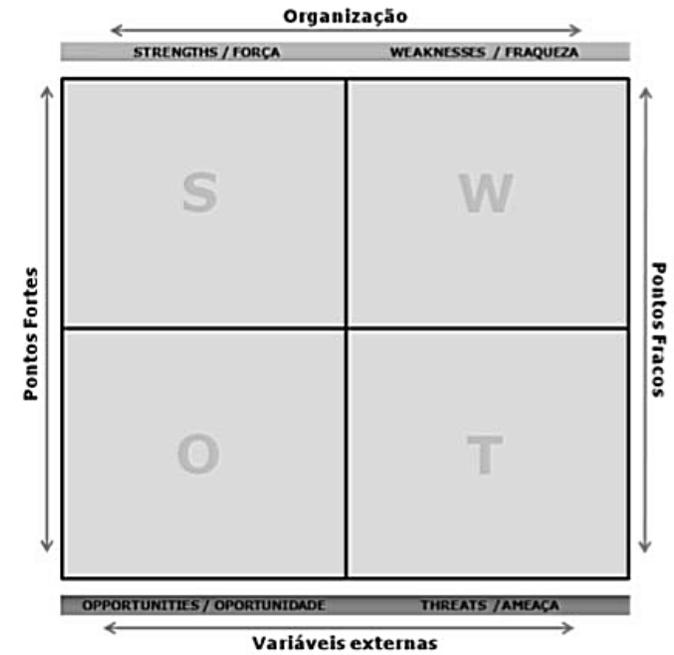
4.6. Matriz SWOT

A análise S.W.O.T. (ou análise F.O.F.A. em português) a sigla em inglês que significa Strengths (Forças), Weaknesses (Fraquezas), Opportunities (Oportunidades) e Threats (ameaças). Trata-se de uma matriz que organiza e utiliza as informações dos ambientes internos e externos de um processo produtivo ou empresa, e apresenta facilidades na elaboração, coleta de dados, didática e baixa complexidade para interpretação. É uma ferramenta estrutural utilizada para a consolidação das estratégias, irá permitir identificar as Forças e Fraquezas da produção de madeira plástica, extrapolando então Oportunidades e Ameaças externas no mercado e viabilidade da mesma [66].

Forças e Fraquezas são fatores internos de criação (ou destruição) de valor, como: equipamentos, estruturas e recursos que uma indústria de madeira plástica tem à sua disposição, em relação aos seus competidores [66].

Já as Oportunidades e Ameaças são fatores externos, os quais a empresa não pode controlar, mas que emergem ou da dinâmica competitiva do mercado em questão, ou de fatores demográficos, econômicos, políticos, tecnológicos, sociais ou legais. Esses fatores devem ser considerados pelas empresas que pretendem instalar uma empresa para a fabricação de madeira plástica [66].

Tabela 10 – Modelo de Matriz SWOT[Próprio autor].



5. Resultados e Discussão

Neste capítulo serão descritos os resultados e discussão da pesquisa. Para um melhor entendimento dos resultados, estes foram divididos em 4 etapas:

Etapa I: Análise da aquisição de dados do beneficiamento do resíduo plástico urbano em duas cooperativas;

Etapa II: Análise da aquisição de dados de instituições de ensino.

Etapa III: Análise da aquisição de dados do setor industrial do ramo.

Etapa IV: Análise da viabilidade técnico-econômica.

5.1. Etapa I: Aquisição de dados em cooperativas beneficiamento do resíduo plástico

Foram realizadas duas visitas em entidades de reciclagem de RSU, sendo o foco da análise e verificação. As duas ficam situadas na região Sul do país, uma fica situada na cidade de Dois Irmãos/RS e a outra em Nova Santa Rita, também no estado do Rio Grande do Sul. As cooperativas foram visitadas no período de julho a agosto de 2013 respectivamente. O objetivo foi à coleta de informações através de entrevistas com os funcionários dos setores e do líder da cooperativa para obtenção, classificação e armazenamento. O relatório das visitas técnicas está descrito abaixo.

A Usina de Reciclagem de Dois Irmãos possui 19 anos de operação e através de uma parceria com uma empresa de grande porte, na qual foram substituídos equipamentos defasados tecnologicamente. A cooperativa conta com 37 associados e cooperados, possui um volume de material processado por mês de 115 toneladas de resíduo sólido urbano. Cada reciclador chega a ganhar de R\$1.500 a R\$1.800 por mês. Outro dado que chamou a atenção foi a quantidade de horas de treinamento no ano de 2013 até o mês de outubro, 72 horas, destacando-se a capacitação em técnicas de separação do plástico.

A Associação dos Trabalhadores e Prestadores de Serviços, Catadores e Reciclagem de Nova Santa Rita (ATPSCR) foi inaugurada em 2012 com dois galpões de reciclagem, ambas as estruturas foram construídas através de uma parceria com a mesma empresa petroquímica da região. O projeto conta ainda com a parceria do CAMP – Centro de Assessoria Multiprofissional, do Tecnosocial Unilasalle e da prefeitura da cidade. Por

mês, a equipe de recicladores do município recicla 16 toneladas de resíduos, sendo 5,6 só de plásticos. Além de contarem com uma infraestrutura adequada para realizar a separação e triagem dos materiais, os associados receberam treinamento e capacitação para a separação correta dos materiais, para o aumento da produção, para a autogestão e a economia solidária.

A cooperativa conta com 11 associados e cooperados, possui um volume de material processado por mês de 16 toneladas de resíduo sólido urbano. Como está no início da operação, o benefício econômico de cada reciclador ainda está pouco comparado a cooperativa de dois irmãos, chegam a ganhar R\$600,00/mês. Quanto a realização de treinamentos a mesma empresa que constitui a parceria está capacitando essas pessoas, do início da operação até o outubro de 2013 foram ministradas aproximadamente 220 horas de treinamentos. Já no processo de beneficiamento, as duas cooperativas possuem as mesmas etapas, usuais, porem bastante eficiente.

A separação acontece em uma esteira, onde são colocados os diferentes tipos de plásticos, de acordo com a identificação ou com o aspecto visual. Nesta etapa são separados também rótulos de materiais diferentes, tampas de garrafas e produtos compostos por mais de um tipo de plástico, embalagens metalizadas, grampos, etc (Figura 33).



Figura 33 – Área de seleção do material na cooperativa da cidade de Dois Irmãos.

Por ser uma etapa geralmente manual, a eficiência depende diretamente da prática das pessoas que executam esta tarefa. Outro fator determinante da qualidade é a fonte do material a ser separado, sendo que aquele oriundo da coleta seletiva é mais limpo em relação ao material proveniente dos lixões ou aterros.

Depois de separados os diferentes tipos de plásticos, estes são moídos e fragmentados em pequenas partes (Figura 34).



Figura 34 – Flakes de polipropileno obtidos no processo de beneficiamento do resíduo plástico na cooperativa da cidade de Dois Irmãos.

Depois de triturado, o plástico passa por uma etapa de lavagem com água para a retirada dos contaminantes (Figura 35). É necessário que a água de lavagem receba um tratamento para a sua reutilização ou emissão como efluente.



Figura 35 – Sistema de lavagem e secagem no processo de beneficiamento do resíduo plástico da cooperativa da cidade de Dois Irmãos.

No final da lavagem, o excesso de água contido nos flocos é retirado em um secador que faz o processo de centrifugação. Além de completar a secagem, o material é ensacado, reduzindo-se assim o volume.

Abaixo segue uma ilustração do fluxo de reciclagem com todas os seus equipamentos e suas etapas descritas (Figura 36).

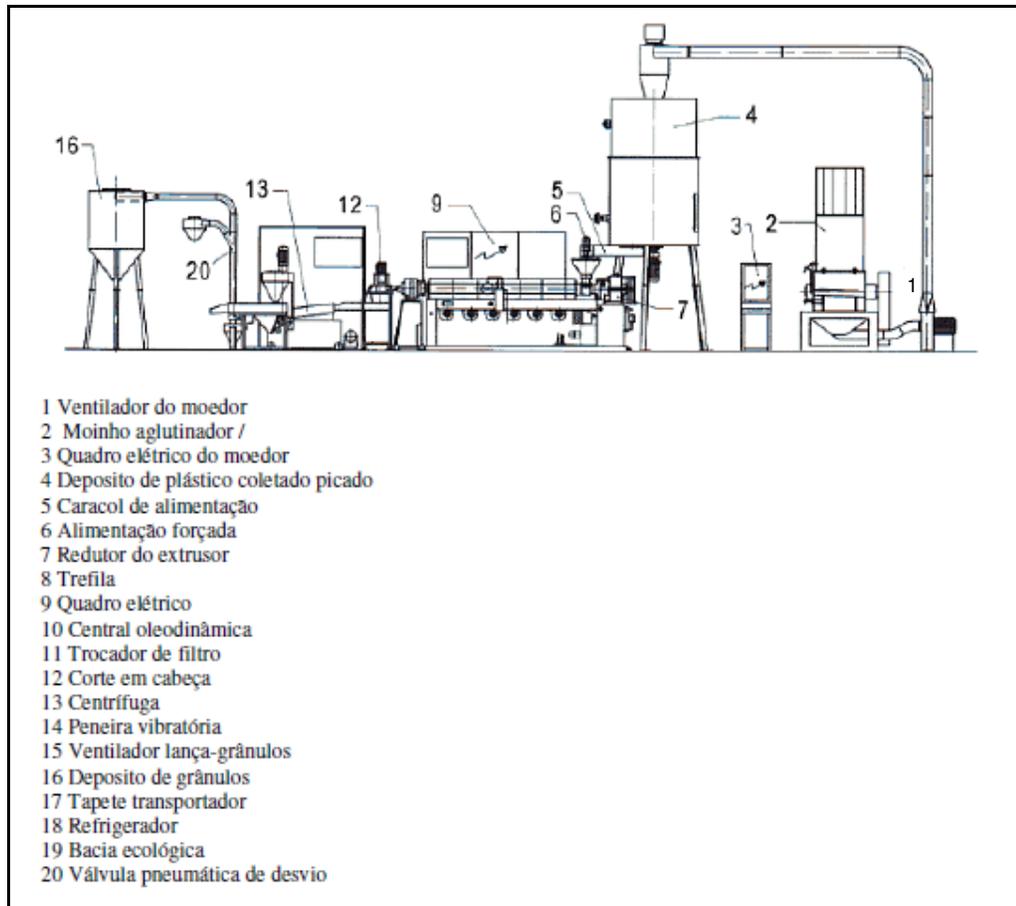


Figura 36 – Fluxo de reciclagem comum [21].

Foi realizada também uma entrevista com o responsável técnico do Cempre, além de pesquisa no respectivo site, a fim de obter um panorama que pudesse auxiliar a responder a principal problemática relatada pelos produtores de madeira plástica que é a instabilidade no fornecimento de matéria-prima.

Através da entrevista e da obtenção de dados no site foi possível evidenciar que o problema enfrentado pelas empresas de madeira plástica é real e se não tiver a entrada em vigor efetiva do PNRS será difícil de ser solucionado, pois apenas 766 municípios brasileiros (cerca de 14% do total) apresentam em programas de coleta seletiva [21].

No quadro abaixo se encontra o retrato do mercado de reciclagem no país, estudo esse que foi divulgado através do relatório do panorama atualizado da reciclagem no Brasil divulgado pelo CEMPRE. É possível observar 8 itens que descrevem bem a situação e alguns dados se cruzam com os obtidos na pesquisa com as empresas produtoras de

madeira plástica, como por exemplo a distribuição e comércio, triagem e comercialização e incentivos fiscais, todos eles com correlação forte conforme indicado na Figura 37.



Figura 37 – Retrato do mercado de reciclagem [21].

5.2. Etapa II: Análise da aquisição de dados de instituições de ensino

Foi realizada entrevista e aplicado o check list em com quatro instituições de ensino federais de quatro regiões distintas do Brasil:

- Região Sul – UFRGS (Universidade Federal do Rio Grande do Sul);
- Região Sudeste - IMA (Instituto de macromoléculas) / UFRJ (Universidade Federal do Rio de Janeiro);
- Região Nordeste – UFBA (Universidade Federal da Bahia);
- Região Centro-oeste – UFMT (Universidade Federal do Mato grosso, campus Sinop);

Os resultados das questões técnicas estão descritos abaixo:

5.2.1. Processo

Sobre o Processo utilizado, a UFRGS tem alguns cursos que trabalham com madeira plástica, tais como:

1) Engenharia de Materiais, especificamente no Laboratório de Materiais Poliméricos - LAPOL;

2) Instituto de Química - IQ;

O LAPOL (Laboratório de polímeros da UFRGS) usa os processos de injeção e moldagem por compressão térmica. E na pré-mistura são realizados os processos de extrusão mono-rosca e dupla-rosca.

No Instituto de Química da UFRGS, usa o processo de injeção. E nas misturas usam os processos de extrusão dupla-rosca e o misturador Haake.

Já na UFRJ / IMA usa principalmente o processo de extrusão com dupla-rosca para obtenção de madeira plástica. Há também o uso de outros equipamentos que nos auxiliam na pesquisa, entre eles injetora e aglutinador.

Em seguida o resultado da UFMT, que por não contar ainda com uma extrusora, os compósitos são manufaturados através da moldagem por compressão térmica.

E por último a UFBA utiliza extrusão em dupla rosca para produção dos compostos. No caso de perfis, extrusão, com pré-mistura alimentando somente pelo funil principal.

5.2.2. Matéria-prima

Neste item, foi verificado junto as instituições de pesquisa, sobre a composição da matéria-prima (virgem, reciclado, pós industrial ou misturas entre elas), e também a natureza química da matriz polimérica utilizada (PP / PEBD / PEAD / PEBDL / virgem ou reciclado) e carga (eucalipto / cedrinho / pinos, casca de arroz / outros).

Na UFRGS, a matéria prima usada nos estudos com madeira plástica são geralmente resíduos industriais e pós-consumo, mas também são usados materiais virgem, especificamente, a matriz polimérica.

As matrizes poliméricas mais usadas são: PP, PEBD, PEBDL, PEAD todos eles pós-consumo (geralmente) e pós-industrial.

Com relação a carga de natureza vegetal, são usados resíduo industriais das madeiras, as seguintes espécies: Eucalipto, Pinus, Itaúba, Jatobá, Champagne, Cedrinho entre as mais importantes. Também são usados resíduos de bagaço de cana, fibras de sisal, coco entre outros. Um outro resíduo da agroindústria que também é usado é a casca de arroz.

Outro tipo de carga utilizada em alguns estudos, foi pó de espuma rígida de poliuretano, partículas de PET, e algumas fibras sintéticas de maior ponto de fusão.

Na instituição IMA / UFRJ são realizadas diversas pesquisas com uma gama de matrizes poliméricas, entre elas o HDPE, LDPE, PP e PS. Utilizamos material virgem para estabelecer alguns limites de propriedades para os plásticos pós-consumo ou pós-industrial e quanto a carga o que se percebeu é uma diversidade de tipos de cargas celulósicas, desde que sejam resíduos.

Na UFMT a matéria-prima que é utilizada para as pesquisas são polímeros reciclados, já a matriz utilizada é o PP e a um tempo atrás também foi utilizado o PEAD, ambos reciclados. A carga atribuída nos experimentos é a serragem de Jatobá, Cedrinho, Itaúba e o Champanhe. Toda a serragem utilizada é provinda de madeiras da região.

E por último, na UFBA foi utilizado como composição da matéria prima o PEAD e PP virgem. Como carga já foram utilizadas: serragem de eucalipto, bagaço de cana, sisal, casca de arroz, casca de coco e talco.

5.2.3. Ensaios de caracterização

Em seguida, estão descritos os resultados do quesito ensaios de caracterização.

A UFRGS reportou que as técnicas mais usadas para realizar os ensaios: mecânicos, térmicos, reológicos e físicos são baseados nas normas NBR, ASTM e ISO, que serão citados na continuação:

- 1) Ensaio de tração: norma ISO 527-1;
- 2) Ensaio de Flexão: norma ASTM D790,
- 3) Resistência ao impacto: ASTM D256.;
- 4) Dureza: norma ASTM D2240;
- 5) Análise termogravimétrico-TGA: ASTM E-1131;
- 6) Calorimetria Diferencial de Varrido-DSC: ASTM D 3417;

- 7) Índice de fluidez: ASTM D-1238.
- 8) Reometria capilar: ASTM D 3835-90;
- 9) Absorção de água: ASTM D-570.;
- 10) Densidade: NBR 6220;
- 11) Teor de vazios: ASTM D2734-94;
- 12) Ângulo de contato: ASTM D 724-89.

Na UFRJ / IMA, todos os ensaios mecânicos são realizados segundo norma ASTM, entre eles impacto, flexão e tração.

Já na UFMT, as caracterizações realizadas no campus de Sinop, são medidas de: densidade, absorção de água, condutividade térmica e recentemente estão sendo realizadas medidas de espalhamento Raman na UFMT de Cuiabá. A caracterização mecânica é realizada na LAPOL/UFRGS via envio de amostras conforme parceria firmada entre as duas universidades.

A UFBA reportou que os ensaios mecânicos são realizados seguindo as condições da norma ISO (tração, flexão, impacto e HDT). Também são realizadas análise térmica (DSC e TGA/DTA), MEV e absorção de água.

5.2.4. Trabalhos publicados e as principais linhas de pesquisa

Em relação aos trabalhos publicados e as principais linhas de pesquisa, as quatro universidades juntas, já publicaram mais de 500 trabalhos relacionados ao tema da madeira plástica, abaixo o resumo por instituição.

Na UFRGS foram encontrados mais de 30 trabalhos sobre madeira plástica, muito conhecido como compósitos termoplásticos. Estes trabalhos estão publicados como teses de doutorado, dissertações de mestrado, trabalhos de conclusão de curso e relatórios finais de projetos de pesquisa.

Também existem aproximadamente 100 trabalhos completos, resumos estendidos e resumos publicados em eventos nacionais e internacionais.

Segundo pesquisa realizada no sistema de publicações da UFRJ, foram encontrados mais de 200 trabalhos, produto do resultado das pesquisas relacionados a essa linha de pesquisa.

Já na UFMT, foi evidenciado 18 trabalhos apresentados em diversos congressos nacionais e internacionais. Atualmente está sendo pesquisado a influência dos parâmetros de manufatura, como a pressão de compressão, a temperatura de compressão, tamanho de grão da fibra, e proporção em massa fibra/matriz, nos compósitos usando serragem de champanhe e matriz de polipropileno.

E por último, foi verificado o sistema de publicações da UFBA, foram encontrados mais de 100 trabalhos, produto do resultado da pesquisa relacionado a essa linha de pesquisa. Principalmente estudos em madeira plástica que contem na sua carga o pó de serragem, sisal e casca de coco.

5.2.5. Patentes

Neste item, foi pesquisado se havia alguma patente registrada no INPI, o resultado está descrito abaixo:

Na UFRGS, UFMT e UFBA não foi encontrado nenhuma anotação. Já no IMA / UFRJ foi registrado a marca IMAWOOD, como desenvolvermos formulações de madeira plástica, porém ainda não foi possível o seu depósito.

5.2.6. Parcerias de empresas privadas nos projetos de reciclagem e madeira plástica

Neste último item do questionário foi verificado se possui parcerias de empresas privadas nos projetos de reciclagem e madeira plástica;

A UFRGS possui parcerias com algumas empresas privadas de pequeno porte. Já na UFRJ constata-se que houve um investimento no passado de uma empresa para o desenvolvimento de formulação de madeira plástica. Hoje, não há qualquer investimento no setor. Existem somente estudos acadêmicos. Na UFMT foi relatado que há um interesse da indústria de construção civil em utilizar as madeiras plásticas como cacharia. As conversações estão em fase preliminar. A empresa de energia procurou à UFMT/Cuiabá para desenvolver isolantes feitos com madeira plástica para serem testados nos postes de

energia elétrica. E por último a UFBA que descreveu as parcerias com a Marinha Brasileira, TECNARO GMBH e Fortlev.

5.3. Etapa III: Análise da aquisição de dados do setor industrial do ramo

Foi realizada entrevista e aplicado o check list com quatro empresas de pequeno porte do ramo de madeira plástica, duas situadas na região Sudeste (Região SE 1 e Região SE 2) e duas na região sul (Região Sul 1 e Região Sul 2). Os resultados das questões técnicas e econômicas estão descritos de acordo aos seguintes itens: abaixo:

- Processo de produção;
- Matéria-prima;
- Avaliação de propriedades;
- Avanços tecnológicos;
- Patentes.
- Dados econômicos;
- Custos;
- Fornecedores;
- Vendas;
- Logística;
- Cenário;
- Marketing.

5.3.1. Questões técnicas

5.3.1.1. Processo de produção

Sobre o processo de produção das quatro empresas, observou-se que todas trabalham com moagem da fase polimérica, mistura com aditivos, intrusão (extrusão e injeção) em moldes ou por extrusão. No processo de extrusão o polímero é repassado de forma contínua ao longo de uma rosca com regiões distintas de alta temperatura e pressão onde é fundido e compactado, o calor é aplicado para fundir o polímero, o que vale ressaltar

que grande parte do calor é gerada pela fricção do polímeros com as paredes dos filetes dos parafusos, assim como a parte interna do cilindro.

A Figura 28 ilustra uma parte do cilindro da extrusora utilizada por uma das empresas da Região Sul.



Figura 38 – Extrusora da empresa Região SUL 1.

50% das extrusoras encontradas são de dupla rosca, que podem ser do tipo co-rotatório ou contra-rotatório, promovendo uma melhor mistura na massa fundida. Além disso, em uma delas possuía um sistema de degasagem para permitir a saída de ar em alguns pontos ao longo da rosca, para extração de voláteis do polímero processado. Segundo o supervisor de produção de uma das empresas do Sudeste, esta ação torna o processo mais eficiente. Abaixo uma ilustração de uma extrusora de dupla rosca típica (Figura 39).



Figura 39 – Ilustração de uma extrusora de dupla rosca típica [27].

5.3.1.2. Matéria-prima

No item composição da Matéria Prima, não foi detectado nenhuma resina virgem e sim todas tinham em sua composição principal resinas poliméricas recicladas de PP e PEAD.

Abaixo na Tabela 11 está apresentada as empresas produtoras em relação ao tipo da matéria prima:

Tabela 11 – Demonstração empresa x tipo da matéria-prima.

	Reciclagem Mecânica	Pós-Industrial	Logística Reversa	Total
Região SUL 1	80%	10%	10%	100%
Região SUL 2	70%	30%	0%	100%
Região SE 1	85%	0%	15%	100%
Região SE 2	80%	0%	20%	100%
Média	79%	10%	11%	100%

Em média 79% da aquisição de polímeros é realizada por meio de reciclagem mecânica, 11% obtida em parcerias com empresas que precisam realizar logística reversa e 10% adquiridas via resíduo pós-industrial.

5.3.1.3. Carga

A carga aplicada para as formulações eram bem distintas, em 2 empresas foi encontrado pó de serragem de madeira eucalipto, outra foi de pó de serragem de madeira pinus e a última empresa usa na sua formula de produção, casca de arroz oriunda da agro-indústria de arroz.

Em todas as empresas verificadas, a etapa no processo de pré-mistura foi identificada. (Figura 40).



Figura 40 – Ilustração dos componentes para a produção da mistura da madeira plástica na forma de grânulos [41].

5.3.1.4. Laboratório de controle de qualidade (LCQ), padrões ASTM e ABNT

A seguir estão relatados os itens sobre laboratório de controle de qualidade, padrões ASTM e ABNT, e normas específicas utilizadas conforme tabela 12:

Tabela 12 – Demonstração empresa x (LCQ) / Padrões de teste e normas.

	LCQ – Próprio	Padrões ABNT	Normas MP
Região SUL 1	NÃO	SIM	NÃO
Região SUL 2	NÃO	SIM	NÃO
Região SE 1	SIM	SIM	NÃO
Região SE 2	NÃO	SIM	NÃO
	25%	100%	0%

Apenas 25% das empresas possuem controle de qualidade próprio, o restante terceiriza através de empresas e laboratórios especializados ou em parcerias realizadas com as universidades da região.

As principais análises de propriedades físicas encontradas foram:

- Densidade

- Resistência à tração
- Resistência à flexão
- Resistência ao impacto

As normas técnicas relacionadas foram publicadas pela ABNT – Associação Brasileira de normas Técnicas. São elas:

- NBR 7190: fornece informações sobre o Projeto de Estruturas de Madeira que podem auxiliar os estudos das propriedades físicas, químicas e térmicas e classificação das madeiras (ABNT CATÁLOGO, 2012);
- NBR 13230: fornece informações sobre a classificação dos plásticos, os códigos e os testes que podem ser feitos nesse tipo de material (ABNT CATÁLOGO, 2012).

ASTM:

- D6108 (1997) – compressive properties;
- D6109 (1997) – Flexural properties;
- ASTM D6341 (1998) – Coefficient of Thermal Expansion;

5.3.1.5. Patentes e Marcas

Sobre as **patentes** registradas no INPI, apenas uma empresa possui registros frente ao órgão controlador e fiscalizador, cujo um dos autores é o Eng° Vladimir Kudrjawzew que é responsável da empresa Região SE 1.

Foram utilizadas para a pesquisa todas as palavras “Vladimir Kudrjawzew” no campo “nome do inventor”. Foram encontrados 05 processos que satisfazem à pesquisa (Tabela 13).

Tabela 13 – Relação das patentes do Vladimir Kudrjawzew [68].

Processo	Depósito	Título
PI 1002541-3	08/07/2010	PROCESSO DE SEPARAÇÃO E RECUPERAÇÃO DE FILMES PLÁSTICOS E FIBRA DE CELULOSE PRESENTES NO RESÍDUO DA FABRICAÇÃO DE PAPEL A PARTIR DE APARAS PÓS-CONSUMO
PI 1001032-7	05/04/2010	MOLDE PARA A FABRICAÇÃO DE PALETES POR INTRUSÃO UTILIZANDO MATERIAL COMPOSTO DE PLÁSTICOS RECICLADOS
PI 0805146-1	12/11/2008	DORMENTE PARA FERROVIA
PI 0800755-1	26/03/2008	FORMULAÇÃO DE MATERIAL E PROCESSO PARA A FABRICAÇÃO DE ARTEFATOS DE MADEIRA PLÁSTICA
PI 9705948-0	01/12/1997	EQUIPAMENTO PARA RECICLAGEM DE PET E MÉTODO DE RECICLAGEM DE PET

Além disso, foi realizada consulta no dia 01/11/2013 as 11:30 ao site do INPI (Instituto Nacional de Propriedade Industrial) a fim de obter maiores informações sobre registros de patentes em madeira plástica [68].

Para a expressão exata “COMPÓSITOS TERMOPLÁSTICOS” no campo “resumo”. Foram encontrados 10 processos que satisfazem à pesquisa conforme a Tabela 14 abaixo:

Tabela 14 – Relação das patentes contendo no resumo “COMPOSITOS TERMOPLASTICOS” [68].

Processo	Depósito	Título
PI 0802175-9	16/04/2008	PROCESSO DE OBTENÇÃO DE COMPÓSITOS TERMOPLÁSTICOS COM RESINAS VIRGENS OU RECICLADAS REFORÇADOS COM FARINHA DE RESÍDUO DE MADEIRA E/OU MDF E SUAS APLICAÇÕES EM PRODUTOS PERFILADOS E COMPONENTES MOLDADOS POR INJEÇÃO PARA INDÚSTRIA MOVELEIRA, CONSTRUÇÃO CIVIL, DECORAÇÃO E PALETES
PI 0606835-9	05/06/2006	COMPÓSITOS TERMOPLÁSTICOS DE FIBRAS LONGAS, MÉTODO DE MANUFATURA DESTES E ARTIGOS DERIVADOS DESTES
PI 0519686-8	14/12/2005	COMPÓSITOS TERMOPLÁSTICOS COM CAPACIDADES DE ABSORÇÃO DE SOM
PI 0415263-8	14/10/2004	DESENVOLVIMENTO DE COMPÓSITOS TERMOPLÁSTICOS USANDO FILAMENTO CORTADO DE USO A ÚMIDO (WUCS)
PI 0105858-4	31/10/2001	PROCESSO CONTÍNUO DE PRODUÇÃO DE COMPÓSITOS TERMOPLÁSTICOS CONTENDO FIBRAS VEGETAIS
PI 9805582-8	10/12/1998	PROCESSO PARA OBTENÇÃO DE COMPÓSITOS TERMOPLÁSTICOS VIA MOLDAGEM POR COMPRESSÃO A QUENTE.
PI 9711128-7	07/08/1997	PRODUTO COMPÓSITO E SEU PROCESSO DE FABRICAÇÃO; E TRATAMENTO QUÍMICO PARA APLICAÇÃO A FIBRAS PARA PROCESSAMENTO EM UM FIO COMPÓSITO ÚTIL PARA DISPOSIÇÃO EM UM MATERIAL MATRIZ PARA FORMAÇÃO DE UM ARTIGO COMPÓSITO REFORÇADO COM FIBRA
PI 9400381-5	28/01/1994	COMPÓSITO TERMOPLÁSTICO DE VÁRIAS CAMADAS, BEM COMO PEÇA MOLDADA E PERFIL OCO CONTENDO-O
PI 9307445-0	12/11/1993	PROCESSOS PARA PRODUÇÃO CONTINUA DE UM ARTIGO ELEVADO MÓDULO, PARA PREPARAÇÃO DE COMPÓSITOS TERMOPLÁSTICOS CELULÓSICOS E PARA PRODUÇÃO DE UM COMPÓSITO ESPONJOSO E ARTIGO DE ELEVADO MÓDULO
PI 9107295-6	14/03/1991	FOLHA COMPÓSITA TERMOPLÁSTICA COLORIDA E PROCESSO PARA A SUA PREPARAÇÃO

Já a para a pesquisa em todas as palavras com o nome “MADEIRA PLASTICA” no campo “título”. Foram encontrados 06 processos que satisfazem à pesquisa de acordo com a Tabela 15 a seguir:

Tabela 15 – Relação das patentes contendo no título “MADEIRA PLÁSTICA” [68].

Processo	Depósito	Título
PI 1107141-9	19/09/2011	MADEIRA SERRADA TRABALHADA-PLÁSTICA, E, PROCESSO PARA FABRICAR MADEIRA SERRADA TRABALHADA-PLÁSTICA
PI 0800755-1	26/03/2008	FORMULAÇÃO DE MATERIAL E PROCESSO PARA A FABRICAÇÃO DE ARTEFATOS DE MADEIRA PLÁSTICA
PI 0700192-4	17/01/2007	BASE PLÁSTICA PARA PISO DE MADEIRA COM ASSENTAMENTO MODULAR
PI 0314345-7	29/08/2003	LUBRIFICANTE ANTIMICROBIANO PARA COMPOSITOS DE MADEIRA FIBRA-PLÁSTICA
PI 9601009-6	08/03/1996	MADEIRA PLÁSTICA
PI 7606227-9	17/09/1976	APERFEIÇOAMENTOS NAS MAQUINAS SECCIONADORAS DE PAINÉIS DE MADEIRA E/OU DE MATERIA PLÁSTICA OU DE OUTRO MATERIAL

Na última pesquisa no site foram utilizado todas as palavras “MADEIRA PLÁSTICA” no campo “resumo” e foram encontrados 06 processos que satisfazem à pesquisa, abaixo segue o resultado descrito na Tabela 16.

Tabela 16 – Relação das patentes contendo no campo resumo “MADEIRA PLÁSTICA” [68].

Processo	Depósito	Título
BR 10 2012 004500 1	29/02/2012	COMPOSIÇÃO DE MATERIAL COMPÓSITO TERMOPLÁSTICO, PROCESSO DE FABRICAÇÃO E PRODUTOS RESULTANTES
PI 0905819-2	04/11/2009	ARRANHADOR PARA GATOS PROTETOR DE MÓVEIS E ESTOFADOS
MU 8802936-0	22/12/2008	KIT ECOEFICIENTE PARA ESTOCAGEM E CARREGAMENTO DE TUBOS EM TRANSPORTE RODOVIÁRIO
PI 0800755-1	26/03/2008	FORMULAÇÃO DE MATERIAL E PROCESSO PARA A FABRICAÇÃO DE ARTEFATOS DE MADEIRA PLÁSTICA
MU 8201371-3	20/06/2002	CAIXA DE PAPELÃO SEM TAMPAS PARA PROTEÇÃO NO TRANSPORTE DE FRUTAS
MU 8201372-1	20/06/2002	CAIXA DE PAPELÃO PARA PROTEÇÃO NO TRANSPORTE DE FRUTAS
MU 7802025-5	19/10/1998	DISPOSIÇÕES CONSTRUTIVAS INTRODUZIDAS EM PAINEL MÓVEL PARA DIVULGAÇÃO DE MENSAGENS COMERCIAIS E/OU INSTITUCIONAIS
PI 9801053-0	14/04/1998	APERFEIÇOAMENTOS INTRODUZIDOS EM SEMEADORA PARA SEMENTES PELETIZADAS OU NUAS
MU 7602034-7	16/09/1996	PRANCHA PARA FIXAÇÃO EM PAREDE E PROVIDA DE ARTICULAÇÃO

Abaixo estão listadas as 5 marcas registradas no INPI (Instituto Nacional de Propriedade Industrial), quais sejam [68]:

IMAWOOD é uma "madeira plástica", obtida a partir de poliolefinas encontradas nos resíduos sólidos urbanos, consistindo principalmente de sacos de plásticos descartados, empregados em embalagens diversas. O material foi desenvolvido em 1990-93 pelo grupo e tem aplicações potenciais na indústria de construção civil, em divisórias, pisos, treliças, etc; em área agropecuária, na construção de mourões de cerca, estábulo, estrados, etc.

IMARBLE é um material plástico obtido a partir de embalagens descartadas de cadeias de lanchonetes. Foi desenvolvido pelo grupo em 1994-95 e pode ser utilizado em substituição ao mármore sob a forma de pisos, placas, azulejos, peitoril de janelas, revestimento de bancadas, etc.

IMACAR é um material de cor negra à base de plástico recuperado de peças descartadas de automóveis (para-choques) de marcas diversificadas. Foi desenvolvido no

período de 1993-94 e suas aplicações potenciais são placas, painéis, molduras, cestas de lixo, revestimentos.

IMAPLAC é um material poroso, sob a forma de placas, à base de plástico reciclado. Foi desenvolvido entre 1992-93 e tem aplicações potenciais na área acústica, como divisórias, painéis, tetos,

POLICOG é um produto composto de polietileno de alta densidade (PEAD), pigmentos com proteção ultravioleta, agente expensor e outros aditivos.

Como as aplicações são as mais diversas e as composições podem variar em taxas de incorporação de fibras ou os tipos de plásticos utilizados, existem inúmeras patentes de produtos que tem relação com a madeira plástica, sugerindo então uma busca mais criteriosa uma vez que o quadro abaixo não esgota as possibilidades de produtos que utilizam madeira plástica como matéria-prima.

5.3.1.6. Avanços tecnológicos no processamento

No âmbito de avanços tecnológicos no processamento da Madeira plástica, nas quatro empresas foram identificados avanços importantes, a umidade e a granulometria estão sendo controladas com mais rigor, uma vez que estas produzem descontinuidades de processo e peças com características inaceitáveis devido à presença de bolhas ou manchas superficiais. Na carga foi observado que está havendo um maior cuidado quanto ao resíduo celulósico que deve ser pré-secado e as zonas de degasagem devem ser utilizadas para remoção da umidade residual durante o processamento.

Além das propriedades intrínsecas dos componentes do sistema, o desempenho da madeira plástica é fortemente dependente do processo de manufatura. Os procedimentos tradicionalmente utilizados para preparação de concentrados ou masterbatch a base de compósitos celulósicos termoplásticos são processos do tipo batelada em misturador intensivo do tipo k-mixer ou processo contínuo em extrusora dupla rosca. Em ambos os casos o compósito polímero-madeira obtido pode ser granulado e processado em extrusora de rosca única para obtenção de perfis e chapas laminadas.

Nos processos nos quais a extrusora é utilizada na secagem da farinha de madeira, pode haver problemas de consistência da massa fundida devido a alterações de umidade. Os custos associados a essa prática ainda têm sido objeto de calorosas discussões entre fabricantes de equipamentos e processadores. Dessa forma, a alternativa mais segura ainda tem sido a utilização de madeira pré-secada adquirida junto aos fornecedores de

farinha/fibra de madeira. Associada às propriedades intrínsecas dos componentes da mistura e as condições de processamento, a compatibilização interfacial dos WPC's é um dos requisitos mais importantes no desenvolvimento dessa classe de compósitos poliméricos.

5.3.2. Questões econômicas

Nesta 2ª fase da pesquisa diz respeito aos dados adquiridos com as empresas do ramo, onde estão descritas as questões econômicas [71].

Das quatro empresas pesquisadas, 75% delas se enquadram como de pequeno porte conforme Tabela 17 abaixo:

Tabela 17 – Demonstração empresa porte / capacidade / N° de funcionários.

Empresa	Porte	Capacidade (Ton)	N° de funcionários
Região SUL 1	Pequena	300	21
Região SUL 2	Micro	100	12
Região SE 1	Pequena	900	45
Região SE 2	Pequena	600	30
Total		1.900	108
Média		475	27

Não foi encontrada nenhuma fonte sobre classificação de capacidade produtiva em empresas de madeira plástica, como referência e sugestão para este estudo, foi utilizado o segmento de transformação de madeira a partir do eucalipto (Tabela 18).

Tabela 18 – indicação de classificação de empresa quanto ao porte [58].

Classificação	Capacidade
Micro empresa	Até 100 Ton/Mês
Pequena empresa	De 101 a 600 Ton/Mês
Média empresa	De 601 a 1000 Ton/Mês
Grande empresa	Acima de 1000 Ton/Mês

5.3.2.1. Balanço de custos

No item Balanço dos custos da empresa, dividimos em dois blocos as informações encontradas, fixos e variáveis, conforme a seguir:

5.3.2.1.1. Custos Fixos

As quatro empresas possuem estrutura administrativa com 01 coordenador comercial e em média 02 vendedores (visto que a empresa Região Sul 2 devido ao porte, o próprio gestor faz as vendas e contatos com os clientes), 01 analista financeiro, 01 auxiliar financeiro, 01 auxiliar administrativo e o gerente geral para gerir o negócio. Para custos com a área operacional segue demonstrativo na Tabela 20 abaixo:

Tabela 19 – Demonstração empresa porte / capacidade / Turno e mão de obra operacional.

Empresa	Porte	Capacidade (Ton)	Turno	MO operacional
Região SUL 1	Pequena	300	2	8
Região SUL 2	Micro	100	1	4
Região SE 1	Pequena	900	3	12
Região SE 2	Pequena	600	3	12

A região Sudeste opera com carga plena precisando dos três turnos operacionais.

Custos de energia elétrica, água, manutenção das máquinas e telefone também fazem parte desta conta. O custo de aluguel também foi observado em duas empresas que não possuem sede própria.

5.3.2.1.2. Custos variáveis

Também se observaram outros custos com telefonia dos vendedores, material de escritório, tecnologia da informação, contabilidade e logística.

5.3.2.2. Equipamentos

Na Tabela 21 é apresentada encontra uma relação de equipamentos utilizados na produção da madeira plástica e a sua alocação nas empresas.

Tabela 20 – Demonstração dos equipamentos contidos nas empresas.

Equipamentos	Região SUL 1	Região SUL 2	Região SE 1	Região SE 2
Torre de arrefecimento			X	X
Compressor	x		X	X
Triturador	x	x	X	X
Esteira de alimentação	x	x	X	X
Moinho	x	x	X	X
Rosca de extração	x	x	X	X
Centrífuga vertical	x	x	X	X
Tanque de enxágüe	x	x	X	X
Centrífuga vertical de secagem	x	x	X	X
Silo de armazenagem	x	x	X	X
Plataforma de mistura/alimentação	x		X	X
Extrusora	x	x	X	X
Ferramentas e moldes	x	x	X	X
Motor	X	x	X	X
Bomba	X		X	X

5.3.2.3. Informações de Matéria-prima e fonte das cargas

Abaixo serão abordadas as informações de matéria-prima e fonte das cargas quanto à aquisição, custos, logística e cenário, procedentes para o processo de transformação da madeira plástica.

AQUISIÇÃO:

Está é uma etapa que foi unânime entre os entrevistados, a dificuldade de obtenção do polímero reciclado e de manter uma constância no fornecimento.

Uma saída que foi encontrada pela empresa Região SE 1 foi a de firmar parcerias com empresas interessadas em realizar logística reversa de seus produtos, como é o caso do recipiente de óleo mineral, que foi negociado para o insumo adquirido se transformado em desconto na aquisição de produtos de madeira plástica.

A empresa Região Sul 1 recebe a matéria prima de cooperativas da região e possuem “acordos cavalheiros” com estas entidades. A grande dificuldade como não tem nada formalizado, é o comprometimento ao fornecimento, como relata o seu gerente geral.

Já a empresa Região Sul 2 possui um acordo com uma grande empresa produtora de resinas poliméricas e em troca reverte uma parte de sua produção para atendimento de projetos sócio ambientais.

A última empresa verificada, esta possui um mix de aquisição, uma parte por logística reversa e a outra parte via catadores e coleta seletiva (acordo firmado com o município).

CUSTOS:

Os preços de aquisição de material reciclado são praticados por cooperativas e programas de coleta seletiva (Tabela 21).

Tabela 21 - Preço do material reciclável (preço da tonelada em real) [60].

	Papelão	Papel Branco	Latas de Aço	Alumínio	Vidro Incolor	Vidro Colorido	Plástico Rígido	PET	Plástico Filme	Longa Vida
Amazonas										
Manaus	150P	300P	250	1500	-	-	300P	800P	300	-
Distrito Federal										
Brasília	180	250	100	2100	50	-	700	800	500	100
Goiás										
Goiânia	300P	300P	270	2500	30	-	900	1600	900	200
Paraná										
Campo Limpo	300	420	-	2500	100	-	1000	1400	450	200
Rio de Janeiro										
Rio de Janeiro	320PL	360PL	370L	2600L	180L	-	750PL	1850PL	800PL	200PL
Rio Grande do Norte										
Natal	150	240	150	2500	-	-	900	900	200	150
Rio Grande do Sul										
Porto Alegre	300	350	130	2100	50	-	400	1700	800	120
São Paulo										
Cordeirópolis	340P	-	300	2400	100	-	500	1100	400	120
Guarulhos	370	480	420	2600	90	-	1150	1700	1100	370
Ribeirão Pires	400P	430P	300	2200P	80	-	1000	1250	750	360
Rio Claro	300	300	-	-	-	-	1075	1450	700	-

P = prensado - L = limpo - I = inteiro - C = cacos - UN = unidade

LOGÍSTICA:

Estes custos, nas empresas do Sudeste e uma no Sul, não foram encontrados, segundo relatos dos responsáveis, na aquisição já é negociado que o transporte para a entrega da matéria-prima vai ser embutido na parceria ou no custo do recebimento.

A empresa Região Sul 1 é a que não procede desta forma, pois possui um caminhão e faz o recolhimento nos locais que são disponibilizados, exceto em casos especiais de parcerias firmadas para determinado tipo de insumo.

CÊNARIO:

Este item foi reportado com bastante esperança por parte dos empresários, uma vez que se o PNRS (Plano Nacional de Resíduo Sólidos) sair realmente do papel e os municípios implantarem as coletas seletivas, mais cooperativas de reciclagem surgirão e a regra que hoje dita este mercado da oferta e demanda não será tão predominantes.

Outro ponto muito importante é a conscientização da população para a separação do lixo em casa e a devida destinação no dia a dia.

5.3.2.4. Recebimento da Matéria-Prima

Neste item foi perguntado para as empresas, como que elas recebem a matéria-prima, se em forma de flakes ou em RSU para ser reciclado, na Tabela 23 abaixo estão descritos os resultados.

Tabela 22 – Demonstração das empresas x Flakes x RSU.

Empresa	Flakes	RSU	Total
Região SUL 1	40%	60%	100%
Região SUL 2	100%	0%	100%
Região SE 1	20%	80%	100%
Região SE 2	20%	80%	100%
Média	45%	55%	100%

A empresa Região SUL 2 é a única que não possui na sua composição RSU para reciclar. As demais estão bem parelhas e parecidas quanto aos resultados.

Na seguinte pergunta foi questionado se as empresas realizaram estudo de viabilidade quanto ao comprar os Flakes direto dos fornecedores ou adquirir o RSU para reciclar internamente, exceto a empresa Região SUL 2 que não possui estas características, todas as outras reportaram que não é viável devido ao preço de aquisição.

No item, cooperativas de reciclagem quanto à atuação, cenário e perspectivas junto às prefeituras para coleta seletiva, foi criado um item específico neste capítulo, por se tratar de um assunto primordial no sucesso das empresas deste ramo.

5.3.2.5. Vendas e incentivos

Agora nas questões seguintes são abordados os quesitos de vendas e incentivos governamentais.

As respostas das perguntas realizadas para os empresários das quatro empresas, sobre cenário da madeira plástica, projeções de vendas e mercado (estudo de oferta e demanda), dão conta de que as perspectivas são boas, no entanto exigem cuidado, vigilância constante no que tange a abertura de novos mercados e o desafio de aumentar a competitividade do produto frente à madeira convencional.

Com o aumento da reciclagem no Brasil oriundo pelas ações que o PNRS irá promover, o custo de aquisição da matéria-prima deverá reduzir e também é cada vez mais presente no país o conceito da sustentabilidade, esses dois pilares bem alinhados, traduzirão no aumento de vendas de madeira plástica no território nacional.

Atualmente a carteira de clientes das quatro empresas se resume em instituições empresarias que já adotaram o conceito de responsabilidade sustentável e municípios que viram neste produto uma saída para reduzir os custos de manutenção e contribuir também com o meio ambiente. Existe em cada empresa uma linha de produtos que é voltada para a população em geral, porém as vendas para este público ainda são pequenas, segundo o responsável da empresa Região SUL 1, muito devido ao preço que chega a ser em média 40% maior que a madeira convencional.

Todas detém em seu planejamento estratégico o aumento de produção para os próximos anos.

Quanto aos incentivos governamentais, o resultado é o mesmo em todas elas, a falta de incentivo por parte do governo Brasileiro. A indústria é onerada duplamente:

- a) na entrada de matéria-prima via sucateiro não temos créditos de impostos, e
- b) na saída dos produtos acabados incidem ICMS e o IPI, agravado no IPI, pois boa parte dos produtos fabricados em madeira tem alíquota zero.

5.3.2.6. Marketing

O último item a ser reportado é o marketing aplicado pelas empresas, foi evidenciado que o investimento nesta área é pouco, por exemplo, em nenhuma delas existe divulgação

via mídia televisiva, as duas empresas da Região sudeste veiculam recortes nas principais revistas de plástico no Brasil.

Abaixo o exemplo da parceria que a empresa Região SUL 2 realizou com uma grande empresa do ramo petroquímico (Figura 41).

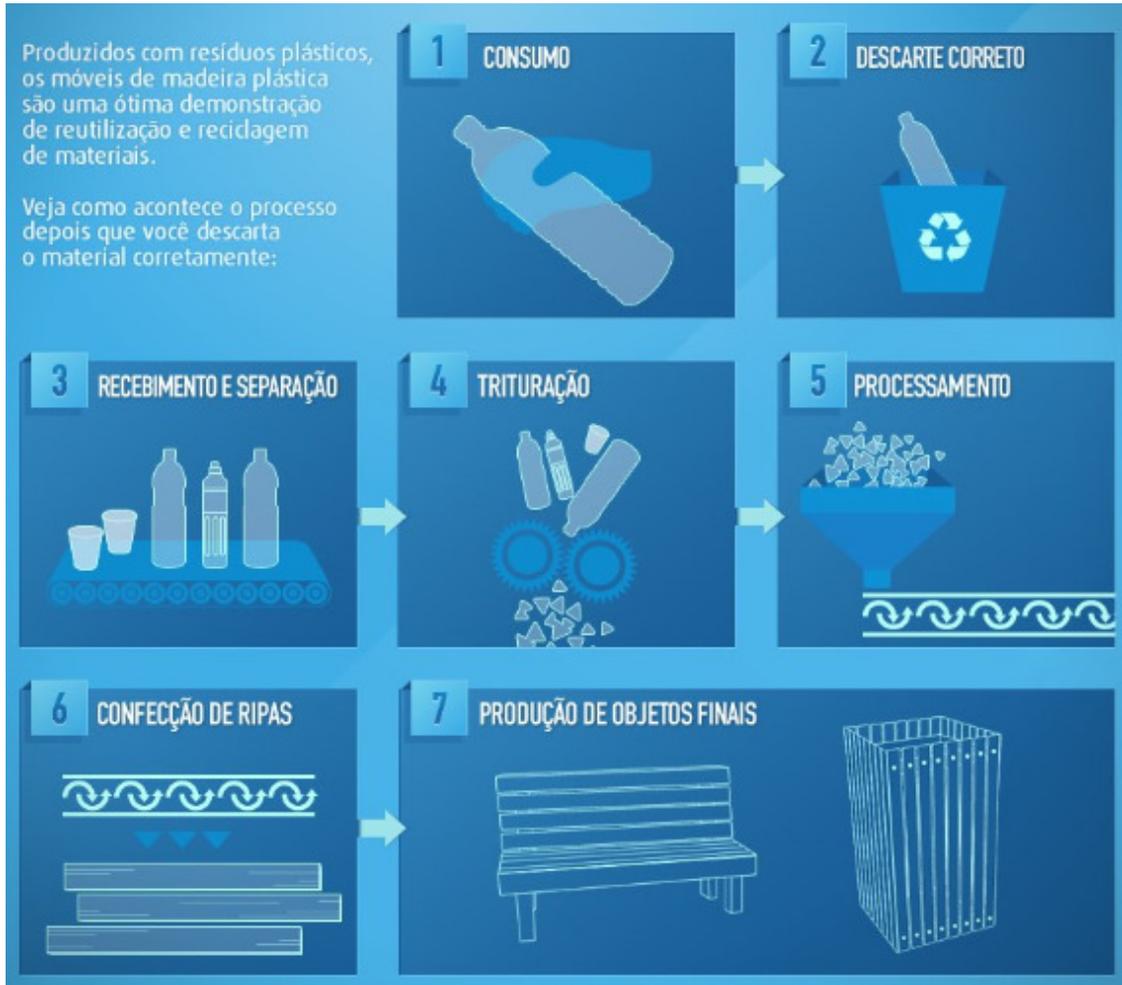


Figura 41 – Ilustração dos componentes para a produção da madeira plástica.

O exemplo a seguir evidência um “folder” de divulgação da empresa Região SUL 1 (Figura 42).



Figura 42 – “Folder” de divulgação da empresa Região SUL 1.

O exemplo a seguir também é da empresa Região SUL 1 e trata-se de uma divulgação realizada durante a Semana Farroupilha de 2012 no parque harmonia. Na oportunidade foi montado um galpão chamado de “Galpão Sustentável” todo de madeira plástica, esta parceria conforme cita o empresário responsável foi realizada em conjunto com uma petroquímica de grande porte (Figura 43).



Figura 43 – “Galpão sustentável” fabricado de madeira plástica.

5.4. Etapa IV: Análise da viabilidade técnica-econômica

O presente estudo foi desenvolvido utilizando-se os dados médios das três empresas de pequeno porte, sendo que os resultados pretendidos foram de acordo com suas características de funcionamento e região instalada. Porém, precisarão serem feitas algumas modificações nos parâmetros conforme a empresa e o seu processo produtivo.

5.4.1. Estudo de viabilidade técnica-econômica

As bases e os históricos utilizados como referência foram de uma fábrica com capacidade produtiva de pequeno porte, com uma produção mensal de 600 ton e 30 funcionários trabalhando 24 horas divididas em 3 turnos operacionais. Duas das empresas estão situadas na região sudeste e uma no sul do Brasil.

Considerando um conjunto de processos, a técnica abordada, entre outras, foi a de coleta de dados, entrevista e demonstrativos contábeis que visam à obtenção de informações relevantes e confiáveis para a elaboração do presente trabalho. Dentre os diversos dados coletados encontram-se os valores reais dos investimentos em equipamentos e infraestrutura e os demonstrativos de resultado do exercício com seus grupos bem definidos como custos, impostos, despesas e receitas.

Por último foram utilizadas para os cálculos do estudo de viabilidade técnica e econômica, fórmulas matemáticas e ferramenta EVTE Prix para expressar os dados e os resultados da análise.

Foi tomada por base o levantamento dos custos de implantação e operação para o empreendimento ora considerado e algumas premissas:

O processo produtivo da madeira plástica realizado pelas empresas estudadas é feito basicamente por extrusão contínua e os equipamentos necessários para este processo são: (1) extrusora (1 de perfil e outra para processo de intrusão); (2) sistema de utilidades (torre de arrefecimento); (3) compressor + vácuo; (4) linha de moagem de plástico úmido composto por schreder – 800mm, esteira de alimentação, moinho e rosca de extração; (5) linha de lavagem contem centrífuga vertical, tanque de enxágüe, centrífuga vertical de secagem e transporte a vácuo; (6) silo de armazenagem + plataforma de mistura/alimentação; (7) ferramentas e moldes para extrusão e intrusão; (8) sistema de tratamento de efluentes.

No anexo III, está à lista detalhada dos equipamentos e seus respectivos valores.

Para o referido estudo foram levados em consideração 2 produtos usuais encontrados nas 3 empresas, a estaca de 52mm e o mourão de 90mm, ambos com amplas utilidades e bem difundidos quanto a sua aplicação. Na composição dos custos para produção em 3 turnos operacionais de 8 horas interruptos, os gastos com matéria-prima, depreciação dos equipamentos, mão-de-obra operacional e energia elétrica [69]. Na Tabela 23 descrita abaixo segue um breve resumo.

Tabela 23 – Resumo dos custos operacionais.

Produtos	Estaca de 52mm		Mourão de 90mm	
	Capacidade de produção	Unidades	Capacidade de produção	Unidades
Capacidade de produção	64.286	Unidades	18.000	unidades
Total de custos	R\$ 4,88	Unidade	R\$ 18,18	Unidade
1 - Matéria-prima	R\$/kg	Custo	R\$/kg	Custo
Custo do kg da matéria-prima	Total	R\$ 1,31	Total	R\$ 1,31
2 – Depreciação				
Investimento - Linha de extrusão			Investimento - Linha de intrusão	
Total	R\$ 510.017,00		R\$ 530.124,00	
Despesa de depreciação mensal	R\$ 4.250,14	Mensal	R\$ 4.417,70	Mensal
3 - Mão-de-obra				
Despesa mão-de-obra mensal	3 turnos - 4 turmas	R\$ 40.000,00	3 turnos - 4 turmas	R\$ 48.000,00
4 – Energia				
Despesa energia elétrica 24 horas	30 Dias	R\$ 21.420,00	30 Dias	R\$ 26.775,00

Os salários foram adotados com base nos praticados na indústria de transformação de plástico, base outubro 2013 e já adicionado dos encargos sociais de 45,50%. No anexo IV está descrito o demonstrativo detalhado dos custos e o memorial de calculo para todas as composições e classes.

Outras considerações sobre as premissas adotadas:

Matéria-prima: A formulação da madeira plástica varia de acordo com as propriedades desejadas pelos clientes. Valores de referência do resíduo encontram-se no item 5.3.2.3 deste capítulo.

Depreciação: Vida útil de 10 anos nos equipamentos e valor residual de 30% do equipamento novo.

Outros Gastos Gerais de Fabricação: Foi considerado um valor de 5% sobre o custo da matéria-prima como outros gastos de insumo (limpeza, tinner, estopa, etc).

Despesas gerais: As empresas precisam de uma estrutura administrativa para o bom funcionamento. Aluguel (custo + adm), funcionários administrativos e comerciais, telefonia, material de escritório, copa, tecnologia, contabilidade, etc. no anexo V contempla o detalhamento destas despesas [69].

Considerou-se também, que de acordo com o Banco Nacional de Desenvolvimento Econômico e Social (BNDES) a taxa de juros utilizada para empreendimentos de indústrias de transformações em 2012 foi de 9,25% ao ano e terá um desembolso mensal para aportar este financiamento [58].

Para o cálculo da capacidade total e da produtividade adotada na produção segue a Tabela 24.

Tabela 24: Demonstração da capacidade total de produção.

Cálculo	Valor	Unidade
Extrusora capacidade 300	300	Kg/h
Quantidade de extrusoras	2	
Capacidade total	600	Kg/h
3 Turnos	24	Horas
Capacidade total dia	14400	Horas
Dias de operação	30	
	432000	Horas
Produtividade	0,58	Horas
	250560	
Em Ton/mês	251	Ton/mês
Quantidade de meses	12	
Quantidade Ano	3006,72	Ton/ano

Como parâmetros de análise serão utilizados a Taxa Interna de Retorno (TIR) e o Valor Presente Líquido (VPL), que serão explicados a seguir:

VPL (Valor Presente Líquido): determina o valor presente de pagamentos futuros descontados a uma taxa de juros apropriada, menos o custo do investimento inicial [89].

TIR (Taxa Interna de Retorno): trata-se da taxa de desconto que iguala o VPL de uma oportunidade de investimento a \$ 0 (porque o valor presente das entradas de caixa se iguala ao investimento inicial). É a taxa composta de retorno anual que a empresa obteria; concretizando-se o projeto e recebesse as entradas de caixa previstas [72].

A grande maioria das operações financeiras é representada em termos de fluxos de caixa, ou seja, em fluxos futuros de recebimentos e pagamentos esperados. A Tabela 25 apresenta os resultados da análise econômica da empresa de pequeno porte, considerando um fluxo de caixa de 10 anos onde pode se observar que o investimento inicial e o momento no qual o lucro líquido acumulado se iguala ao valor do investimento ("pay back") é igual a 3 anos e 3 meses, que para este caso e modalidade está sendo adotado para justificar o aporte. Portanto investimento viável de implementação [72,73].

Tabela 25 – Resultados da análise econômica.

Investimento	-R\$ 1.686.000
Ano 1	-R\$ 278.472
Ano 2	R\$ 693.882
Ano 3	R\$ 729.801
Ano 4	R\$ 610.768
Ano 5	R\$ 587.467
Ano 6	R\$ 622.715
Ano 7	R\$ 660.078
Ano 8	R\$ 699.683
Ano 9	R\$ 839.619
Ano 10	R\$ 1.007.543
Indicador	Resultado
TIR (% a.a.)	24,88%
Pay back (Meses)	39
VPL	R\$ 1.383.319
VPL/INV	0,82

O investimento inicial foi de R\$ 1.686.400,00, nota-se até o 2° ano sendo decisivo para o sucesso da alavancagem, já que historicamente as empresas de pequeno e médio porte tendem a falir mesmo sem completar este período [87], pois na maior parte do ano só tem gastos. A partir do 2° ano observa-se os ganhos, do 6° ano em seguida eles foram projetados com uma taxa de crescimento pré-fixada em 6% para complementar o fluxo de 10 anos. O VPL apresentou um resultado de R\$ 1.383.319,00 [64].

TMA é a taxa a partir da qual o investidor consegue avaliar o investimento, se o mesmo está obtendo ganhos financeiros [84]. Uma das formas de analisar o investimento é confrontar a TIR com a TMA. Aplicando esta recomendação observa-se uma TIR de 26,59% contra uma TMA de 12%, que para este caso foi utilizada a média dos últimos 12 meses da SELIC (Sistema Especial de Liquidação e de Custódia).

No Anexo VI, está descrito o fluxo de caixa completo reportando os preços adotados, quantidades de vendas, impostos, custos de produção e as despesas pessoal, administrativas e financeiras. Está mencionado também as receitas líquida e bruta, bem como seus respectivos lucros.

5.4.2. Análise de sensibilidade

Por meio da utilização do software crystall ball instalado no programa Excel, foi realizado a distribuição de probabilidade para cada uma das variáveis, nesse caso a distribuição triangular. Mediante a geração de números aleatórios, valores são obtidos para essas variáveis, daí resultando indicadores de resultados para o investimento.

Realizar simulações de valores no âmbito do empreendimento a fim de se estabelecer as condições de contorno ideais para que o empreendimento e o preço final do produto sejam economicamente viáveis para a empresa. Deste modo, se fazem necessárias análises de sensibilidade do investimento de modo a se verificar o comportamento do retorno financeiro [72].

Foram realizadas 10.000 avaliações aleatórias através da simulação de Monte Carlo, técnica que usa números aleatórios para medir os efeitos de incerteza para o modelo descrito deste investimento. O controle de precisão de nível de confiança da amostra foi de 95%. Está sendo considerada nesta análise de sensibilidade 03 pressupostos (Um valor estimado ou entrada para um modelo de planilha) e 02 variações para a entrada de dados de sistema. As correlações, matrizes de correlação e variáveis de decisão não foram admitidas.

5.4.2.1. Verificação dos Pressupostos

A elaboração dos cenários foi determinada em função do valor do investimento e dos produtos, neste caso o mourão e a estaca, que podem ser afetadas por uma ou várias das variáveis apontadas nas análises do macro e do micro ambiente, como por exemplo, valor presente líquido e a taxa interna de retorno.

Para o pressuposto Investimento foi adotado o seguinte critério:

- cenário mínimo: o investimento será de R\$ 1.106,654,85;
- cenário mais provável: ocorrerá em R\$ 1.383,318,56;
- cenário máximo: O valor total não ultrapassará R\$ 1.659,982,27;

Abaixo na Figura 44, segue uma distribuição triangular para demonstração do pressuposto investimento, onde no eixo "x" está reportado o percentual em relação ao valor mais provável, nesse caso, 100% para o valor investido não ultrapassar R\$ 1.383,318,56.

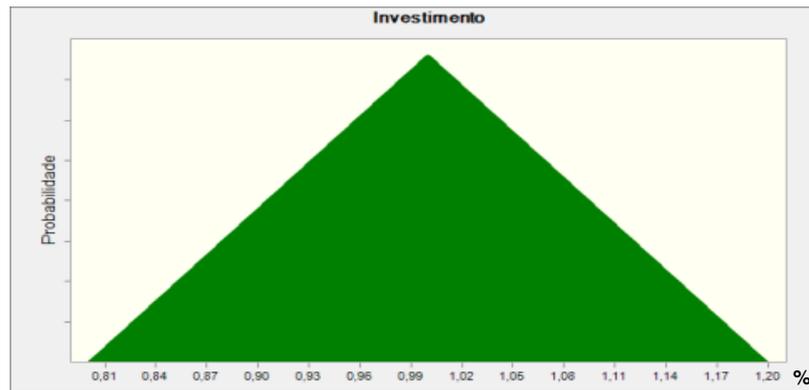


Figura 44 – Demonstração do pressuposto investimento.

Já para o pressuposto receita do produto estaca foi adotado o seguinte critério:

- cenário mínimo: o valor será de R\$ 5,60;
- cenário mais provável: será de R\$ 7,00;
- cenário máximo: O valor total não ultrapassará a casa dos R\$10,50;

Segue a demonstração abaixo na Figura 45.

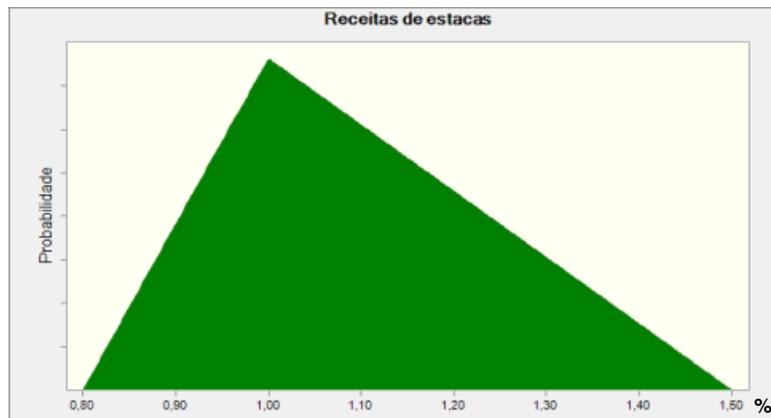


Figura 45 – Demonstração do pressuposto receita do produto estaca.

O valor de percentual do produto está reportado no eixo “x” e a probabilidade apontada no eixo “y”. Nesta distribuição, após 10000 simulações no software, os valores entre R\$ 6,50 e R\$ 8,00 serão os mais conformes para a rentabilidade do negócio e consequentemente o investimento atrativo.

E por último, o pressuposto receita do produto mourão que foi adotado o seguinte critério:

- cenário mínimo: o valor será de R\$ 17,50;
- cenário mais provável: será de R\$ 25,00;
- cenário máximo: O valor total não ultrapassará a casa dos R\$ 32,50;

A demonstração da distribuição triangular está ilustrada na Figura 46 abaixo.



Figura 46 – Demonstração do pressuposto receita do produto mourão.

No eixo “x” está reportado o percentual de variação do produto e no eixo “y” a probabilidade.

A seguir é demonstrado o gráfico de tendência das 3 previsões, VPL, TIR e VPL/INV em função das faixas de certeza (Figura 47), onde exibem intervalos de certeza de várias previsões em uma série de faixas coloridas. Cada faixa representa os intervalos de certeza em que os valores reais das previsões caem. A faixa que representa o intervalo de certeza de 90% mostra o intervalo de valores em que uma previsão tem uma chance de 90% de queda. Por padrão, as faixas são centradas na mediana de cada previsão. As faixas ficam mais largas à medida que os desvios padrão da previsão aumentam. Dessa maneira, o VPL é o mais sensível e está evidenciado que a partir das incertezas, o valor aumenta à medida que as previsões movem no futuro.

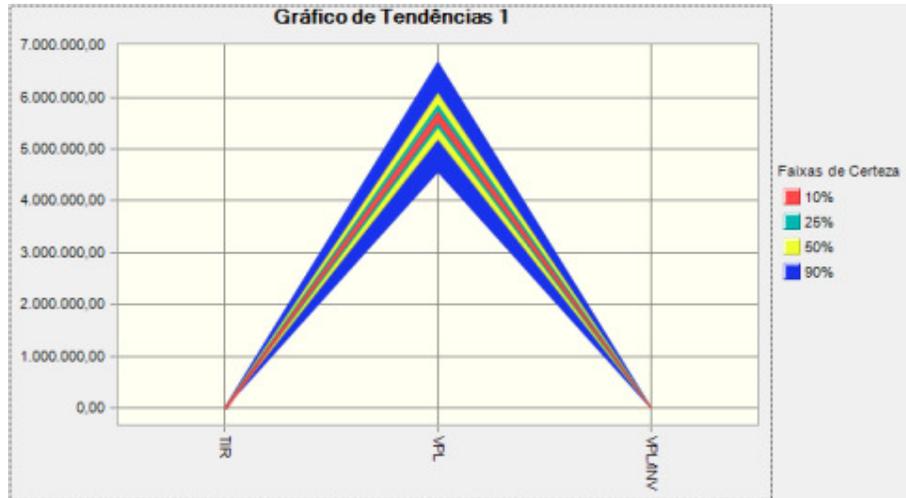


Figura 47 – Gráfico de tendência das 3 previsões em função das faixas de certeza.

5.4.2.2. Verificação das previsões

Foram considerados para as previsões os dados de VPL e VPL/INV por se tratar dos principais indicadores de análise para este tipo de investimento.

VPL (Valor presente líquido):

A Figura 48 mostra a distribuição de probabilidade do VPL obtido mediante Simulação de Monte Carlo. Sabe-se que as informações usadas na avaliação de projetos são sempre projeções para o futuro dos valores das variáveis que formam o fluxo de caixa e, portanto, são estimativas sujeitas a erros. Com essa análise têm-se condições de oferecer as probabilidades de que o projeto venha a reduzir certos valores especificados.

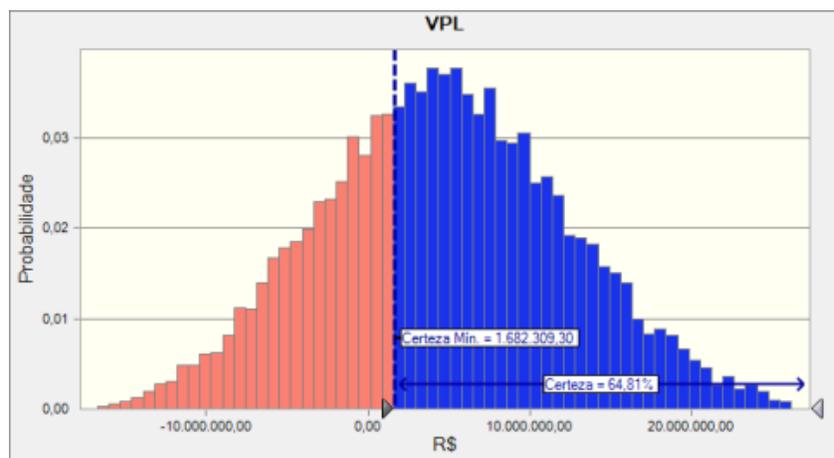


Figura 48 – Distribuição da probabilidade da previsão VPL.

Para esta análise foi considerado 64,81% de nível de certeza. Já o intervalo de certeza foi de R\$ 1.682,181,30 a + infinito, ou seja em torno 65% de probabilidade de do VPL ficar igual ou maior a este valor. O caso base da VPL é de 1.383.318,57.

O Desvio Padrão da distribuição de possíveis médias de amostras para as 10.000 avaliações realizadas é de R\$ 76.539,48. Esta estatística fornece uma indicação de quão precisa é a simulação.

Resumo:

- O nível de certeza é 64,81%
- O intervalo de certeza é de 1.682.309,30 a +Infinito
- O intervalo inteiro de -18.354.181,90 a 28.880.785,89
- O caso base é 1.383.318,57
- Após 10.000 avaliações, o erro padrão da média é 76.539,48

É importante destacar, nesse ponto, que não foram considerados os riscos de queda na produtividade, mas apenas aqueles associados às flutuações dos preços dos diversos itens dos projetos.

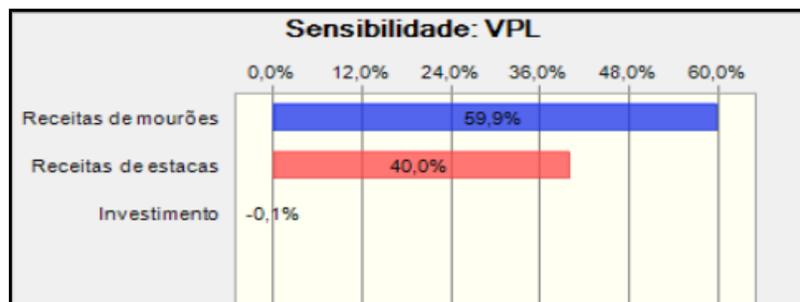


Figura 49 – Gráfico de sensibilidade ao VPL.

A produção é composta por mix de produtos, que nesta análise, foram considerados o mourão e as estacas, e o valor do investimento. O item cuja variação tem maior impacto sobre o VPL, é o mourão, com 59,9%, enquanto que as estacas ficaram com 40% e o valor do investimento praticamente não possui interferência com o VPL como indica o gráfico de sensibilidade (Figura 49), esta última comprovação, pode ser justificada devido ao grau de precisão no orçamento de implementação de uma fábrica de pequeno porte para este ramo.

O Mourão destaca-se também por possuir uma margem maior (consultar os custos de produção no anexo IV) e mais rentável do que a estaca, o que, considerando a estrutura e as características do mercado do “verde” para os próximos anos e o aumento da demanda por inovação e sustentabilidade atrelado há uma forte conscientização ambiental, terá evidentes reduções no risco envolvido para esse tipo de empreendimento.

VPL / INV (Relação entre VPL e Investimento)

Nesta simulação (Figura 50) relata-se a consequência da relação VPL/INV que é um parâmetro importante e bastante adotado na tomada de decisão de investir ou não investir em indústria [73].

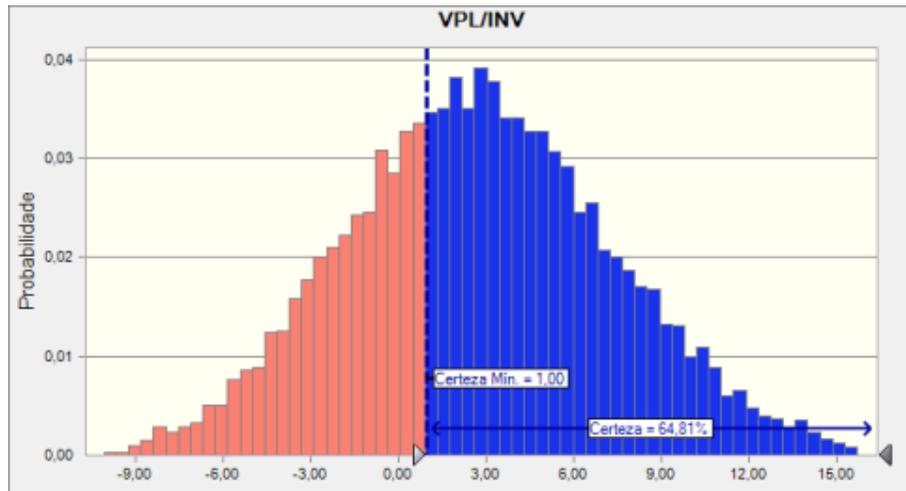


Figura 50 – Distribuição da probabilidade da previsão VPL/INV.

O nível de certeza considerado foi de 64,81%, que é o percentual onde o VPL/INV fica igual a 1, relação considerada relevante para o aporte no investimento e suportar bem o investidor na hora da decisão. O parâmetro do intervalo de certeza variou o VPL/INV entre 1,00 a + infinito. Já o intervalo inteiro foi de -10,41 a 18,62 e o caso mais provável após 10000 avaliações de ocorrer a melhor relação entre o VPL e a TIR é de 0,82. E por último o desvio Padrão da distribuição de possíveis médias de amostras é de 0,05.

Resumo:

- O nível de certeza é 64,81%
- O intervalo de certeza é de 1,00 a +Infinito
- O intervalo inteiro de -10,41 a 18,62
- O caso base é 0,82
- Após 10.000 avaliações, o erro padrão da média é 0,05

5.4.2.3. Análise de dispersão

O gráfico de dispersão contém uma ou mais plotagens de uma variável alvo mapeadas contra um conjunto de variáveis secundárias. Cada plotagem é exibida como uma nuvem de pontos ou símbolos alinhados em uma grade dentro da janela do gráfico de

dispersão. Figura 51 mostra um conjunto de todos os pressupostos do modelo analisado contra uma previsão alvo. Nesse caso, os indicadores para tomada de decisão é a previsão alvo.

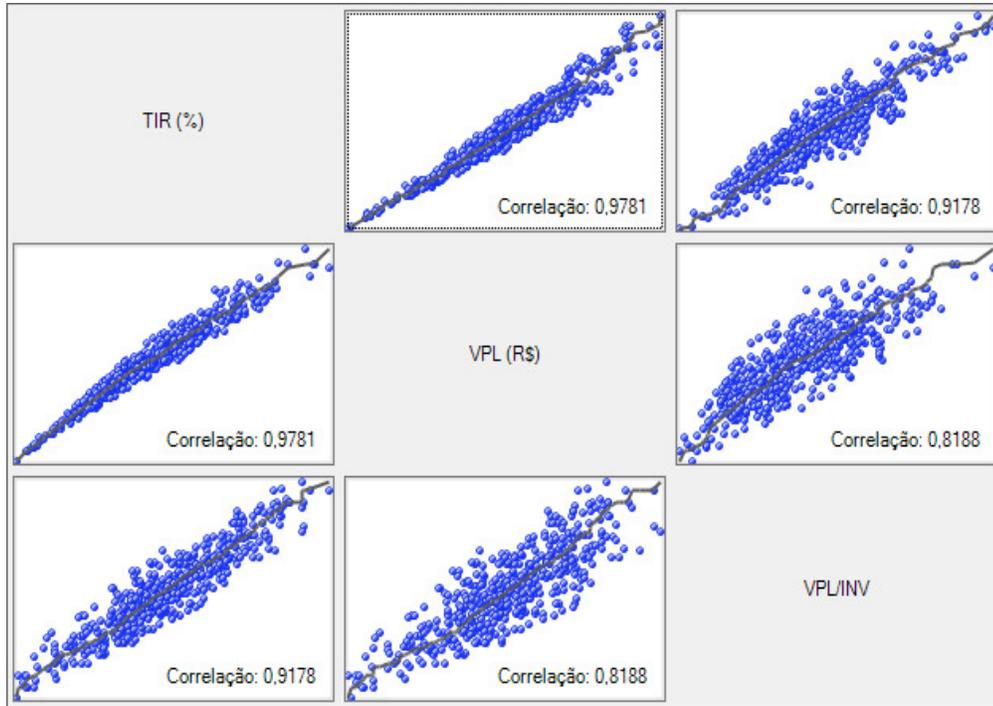


Figura 51 - Gráfico de Dispersão, Exibição Matriz, com Linhas Opcionais e Correlações.

Na exibição matriz, cada variável selecionada é plotada em outras variáveis selecionadas para mostrar os relacionamentos entre elas. As três previsões mostram que o VPL e a TIR têm a maior intercorrelação e o VPL e VPL/INV têm a mais baixa.

Removendo a TIR e adicionando as previsões de investimento, receitas de estacas e receitas de mourão, as 5 previsões que ficam nesta análise, evidenciam uma intercorrelação entre o VPL e o VPL/INV (Figura 52).

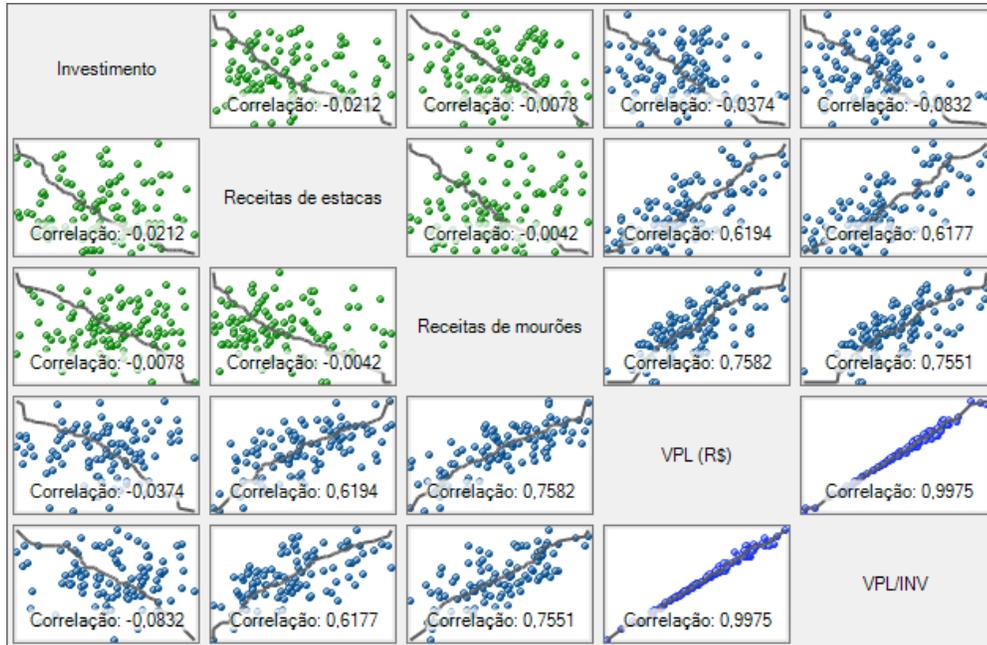


Figura 52 - Gráfico de Dispersão dos elementos estudados e suas Correlações.

Na figura abaixo está descrito a correlação destas 2 previsões e seus respectivos intervalos de variação (Figura 53).

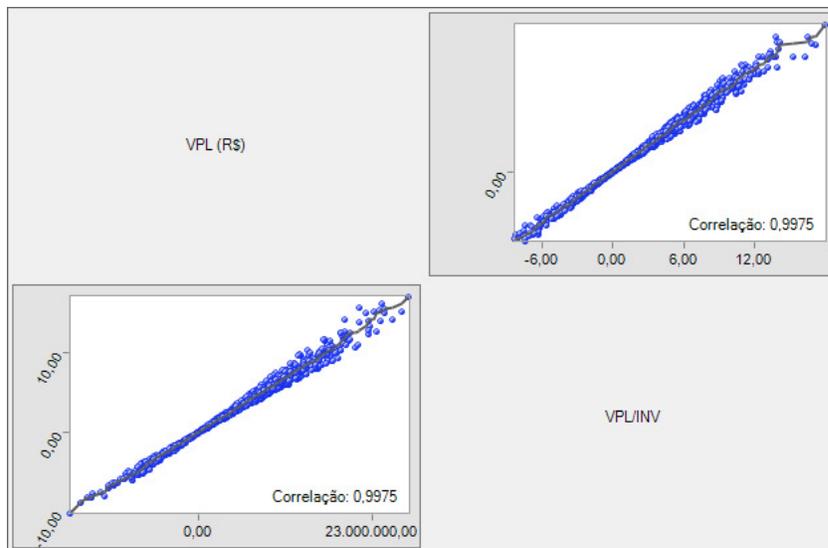


Figura 53 - Gráfico de Dispersão da correlação VPL versus VPL/INV.

5.4.2.4. Considerações finais

Nos três cenários analisados, a implicação na expectativa do retorno do investimento é muito sensível em função do volume de produção e vendas.

Pode-se dizer que a indústria da madeira plástica vive frequentemente, com a incerteza, seja das vendas que ainda não atingiram volumes consideráveis frente a madeira convencional, seja pela instabilidade do fornecimento da matéria prima, e pelo preço que de início não é viável, visto que é 40% mais oneroso do que a madeira de origem vegetal. Uma das finalidades do estudo de viabilidade em projetos é diminuir o grande risco assumido nas decisões, interessando ao empresário saber qual a margem de segurança dos resultados da análise, antes de tomar sua decisão final. A avaliação econômica baseada nos indicadores e na análise de sensibilidade é necessária, porém insuficiente para uma tomada de decisão segura, cabendo assim, acrescentar a análise de risco para oferecer uma estimativa quantitativa.

Nesse sentido, a análise de sensibilidade realizada anteriormente é apenas o primeiro passo para lidar com riscos uma vez que considera a influência das variáveis independentemente, quando se sabe que variáveis positivamente correlacionadas devem ser analisadas em conjunto. É importante que se tenha noção das probabilidades de ocorrência de situações adversas, bem como suas conseqüências sobre os resultados.

5.5. Análise S.W.O.T

Após descrição dos resultados de viabilidade técnica e econômica, a tomada de decisão por parte do empresário fica mais embasada e possibilita realizar outras análises qualitativa a fim de mensurar outros aspectos que giram em torno do “seguir em frente” com o negocio.

A Análise S.W.O.T. (ou análise F.O.F.A. em português) Sigla em inglês que significa Strengths (forças), Weaknesses (Fraquezas), Opportunities (oportunidades) e Threats (ameaças), organiza e utiliza as informações dos ambientes internos e externos enquanto negócio madeira plástica.

Através dos dados coletados, entrevistas realizadas e revisão bibliográfica foi possível elaborar esta matriz e contribuir na consolidação de estratégias futuras, pois estão mapeadas as Forças e Fraquezas da produção de madeira plástica, extrapolando também para o âmbito de Oportunidades e Ameaças externas no mercado e viabilidade da mesma.

Forças e Fraquezas são fatores internos de criação (ou destruição) de valor, como: equipamentos, estruturas e recursos que uma indústria de madeira plástica tem à sua disposição, em relação aos seus competidores.

Já as Oportunidades e Ameaças são fatores externos, os quais a empresa não pode controlar, mas que emergem ou da dinâmica competitiva do mercado em questão, ou de fatores demográficos, econômicos, políticos, tecnológicos, sociais ou legais. Esses fatores devem ser considerados pelas empresas que pretendem instalar uma empresa para a fabricação de madeira plástica.

A matriz S.W.O.T completa está descrita abaixo na tabela x:

Tabela 26 – Matriz S.W.O.T

Forças	Fraquezas
Produto Sustentável	Custo de produção elevado
Ciclo de vida elevado	Falta de conhecimento das pessoas sobre o produto
Produto Reciclado e Reciclável	Baixa escala de produção
Diminui o volume de RSU em aterros	Poucos estudos técnicos de formulação e desenvolvimento
Gera empregos diretos e indiretos	Controle de qualidade nas empresas
Melhoria das condições socioeconômicas da população beneficiada	Baixa rentabilidade do investimento
Produto Inovador	Duplicidade na cobrança de Impostos
Baixo custo de manutenção	Gastos elevados de água, energia e Resíduos durante a lavagem
Boa processabilidade	Baixa qualidade da resina reciclada
Redução do desmatamento das florestas	Fornecedores de matéria-prima não formalizados
Pressão dos produtos ambientalmente sustentáveis	
Ameaças	Oportunidades
Preço da matéria prima	Plano Nacional de Resíduo Sólido
Restrição da matéria prima	Coleta seletiva
Custo em geral 40% maior frente a madeira convencional	Incentivos fiscais
Mercado ilegal da Madeira convencional	Conscientização da população
Catadores na ilegalidade	Aderência ao sustentável
Empresas na informalidade	Cooperativas de beneficiamento
Visão "limitada" da viabilidade econômica	Redução do imposto de renda das empresas dedicadas à reciclagem
Não há legislação específica para a produção de madeira plástica	Incentivos da dedução de IRPF na aquisição do produto sustentável
	Incentivos para compra e financiamento dos equipamentos
	Fortalecer parcerias com prefeituras
	Fortalecimento da Logística reversa
	Copa do mundo e olimpíadas no Brasil
	Fortalecimento de parcerias com universidades

O mapeamento preliminar das variáveis e cenários do mercado da madeira plástica permitiu o entendimento em todas as esferas, quanto as dificuldades encontradas pelo setor e os entraves para tornar viável o investimento neste ramo. A primeira impressão do produto

devido ao alto grau de sustentabilidade que apresenta, parece de um negócio altamente rentável, porém através deste aprofundamento, verificou que possui ainda inúmeras possibilidades de mitigação do risco enquanto investidor e outras que dependem de esforços que extrapolam as análises de viabilidade existentes.

6. CONCLUSÃO

Este produto, chamado de madeira plástica, é substituto da madeira natural, tanto pela sua semelhança como pela aplicabilidade e tem a capacidade sustentável no que direciona ao reaproveitamento de resíduos sólidos urbanos, agora matéria, que seriam, em sua maioria, despejados em lixões, aterros sanitários, ou até de forma inconsequente no meio ambiente. Também pela sua potencial substituição à madeira natural, o que poderia reduzir a retirada e o consumo de madeira, parte dela ilegal, auxiliando no combate ao desmatamento, favorecendo o equilíbrio da natureza.

Embora chegue a custar 40% mais em relação à madeira orgânica, que é uma das principais dificuldades do negócio, além da inconstante disposição de matéria prima, falta de políticas públicas para desencadear a problemática resíduo sólido, falta incentivos governamentais, a destinação de resinas recicladas se direciona a um nicho de mercado diferenciado e disposto a valorizar produtos que contribuem para reduzir o passivo ambiental e desmatamento de nossas florestas. A elevada durabilidade e os demais benefícios também pesam a favor e compensam o preço mais elevado.

Assim, o custo global, que considera o tempo de vida do produto, é menor no caso da madeira plástica, sendo então um produto competitivo, além do apelo ambiental.

O principal entrave na questão preços, que dificulta a competitividade da madeira plástica, é que muitos produtos são fabricados com madeiras extraídas ilegalmente, o que resulta em preços demasiadamente baixos para tais produtos, aumentando ainda mais a diferença de preços.

Quanto a viabilidade técnica, a pesquisa com as universidades e as empresas revelaram que embora tenha um alto número de pesquisas e publicações na área, contudo faz se necessário, intensificar pesquisas relacionadas às matérias-primas a serem utilizadas, bem como os demais insumos deverão ser incentivados como forma de se adquirir maiores conhecimentos sobre este produto, já que isto possivelmente levaria à redução de preços.

Em suma é um produto altamente viável tecnicamente como foi descrito nos itens específicos deste trabalho e reforçado pela vantagens frente a madeira convencional.

O estudo de viabilidade econômica da madeira plástica comprovou que o investimento inicial e o tempo de retorno do capital é alto. A análise de Pay back reporta que

quanto maior o tempo de Payback apurado, mais tempo o investimento levará para ser recuperado. Um outro aspecto que deve ser considerado é o risco do investimento, pois retornos muito longos tendem a envolver mais riscos. E esse negocio atualmente possui muitas incertezas conforme foi descrito na matriz S.W.O.T

Os custos operacionais e o fluxo de caixa comprovaram que é complexo esse processo, muito também por se conhecer pouco em termos empresarias, por exemplo para esta pesquisa não foi encontrado cadastro do ramo de madeira plástica frente aos órgãos competentes, bem como históricos de produção e de vendas deste negócio. Informações essas que poderiam ser cruciais para confrontar com os dados coletados através das empresas e até permitir realizar outras simulações.

No entanto os resultados de VPL e TIR no fluxo de caixa de 10 anos, apresentou dados animadores conforme premissas adotadas, mesmo já sendo evidenciado neste trabalho a problemática deste ramo, os pontos fortes e as oportunidades enquanto negócio são elevadas, para os investidores que não são avessos ao risco e inovadores, vale a pena investir neste produto, até porque o mercado para investimento em empresas inovadoras no Brasil está em ascensão e as perspectivas para os próximos anos também, portanto o capital inicial para a implantação do empreendimento e aportes para a sobrevivência durante a fase de operação tendem a crescer.

Outro ponto a se destacar que pode inviabilizar o investimento é a matéria prima para esta fabricação, no Brasil apenas 20% do plástico consegue ser reciclado, atrelado a isto falta a matriz e logística mais eficiente desde produtor de 2° geração. Porém esse gargalo para a produção da madeira plástica atualmente pode estar com seus dias contados, visto que o PNRS e a coleta seletiva de resíduo terá força de lei e os municípios serão obrigados a fazer a implantação.

7. SUGESTÕES PARA TRABALHOS FUTUROS

- Análise do ciclo de vida da madeira plástica frente a madeira convencional;
- Estudo de viabilidade técnica aprofundado da madeira plástica para tentar indicar qual a melhor composição entre os teores de carga ou reforço de fonte renovável e o resíduo polimérico;
- Estudo de viabilidade técnica aprofundado do tipo de processamento da madeira plástica;
- Realizar um estudo comparativo do desempenho mecânico e térmico de madeiras plásticas reforçado com serragem de outras espécies vegetais;
- Estudo aprofundado a partir do resultado na matriz S.W.O.T de cada item reportado;
- Estudo com a metodologia Seis sigma do processo de produção da madeira plástica, a fim de mapear todas as etapas e analisar com o apoio matriz causa e efeito e matriz esforço impacto.

8. BIBLIOGRAFIA

- [1] WWF-Brasil, 2009. Site oficial da TSL Ambiental. Disponível na Internet em <http://www.wwf.org.br/?25142/Relatorio-Anual-WWF-Brasil-2009>. Acessado 10 de maio de 2013.
- [2] ABRELPE .Disponível na Internet em http://www.abrelpe.org.br/panorama_apresentacao.cfm. Acessado em 10 de agosto de 2013.
- [3] TSL AMBIENTAL. Site oficial da TSL **Ambiental**. Disponível na Internet em <http://www.tslambiental.com.br>. Acessado em 25 de agosto de 2013.
- [4] HILLIG, Éverton. Viabilidade técnica de produção de compósitos de polietileno (HDPE) reforçados com resíduos de madeira e derivados das indústrias moveleiras. Tese (Doutorado em Ciências Florestais) UFPR, Curitiba, 2006.
- [5] LABAT, G.; Le BAYON, I.; GERARD, J.; AMIN, F. The durability of wood polymer composites against fungi and insects. In: The International Research Group on wood Preservation – IRG/WP 00-40161, Hawaii, USA 10p. 2000.
- [6] GUADAGNINI, M. A. Madeiras Plásticas como materiais alternativos para madeiras naturais. Dissertação (Mestrado). Rio de Janeiro, UFRJ, IMA, 2001.
- [7] CLEMONS, C. Wood-Plastic Composites in the United States: the Interfacing of two Industries. Forest Products Journal, vol.52, n.6, jun. 2002.
- [8] MANO, E.B. Polímeros como materiais de engenharia. São Paulo: Ed.Bucher 1991.
- [9] PADILHA, Ângelo Fernando. Materiais de Engenharia: microestrutura e propriedades. São Paulo: Hemus, 1997.
- [10] ABNT - NBR 13230/1994. Disponível em <<http://www.abntcatalogo.com.br/norma.aspx?ID=3390>>. Acesso em 17 de outubro de 2013.
- [11] ARAUJO, J.R., WALDMAN, W.R, De PAOLI, M.A. Thermal properties of high density reinforced with natural fibres: effect of the coupling agent. Polym. Degrad. Stab. 93 (2008) 1770-1775.
- [12] BORUSO, A. V.; High-Density Polyethylene Resins. CEH Marketing Research Report, Plastics and resins, Junho. 2011.

- [13] QIAO, J.; GUO, M.; WANG, L.; LIU, D.; ZHANG, X.; YU, L.; SONGAB, W.; LIUAB, Y.; Recent Advances in Polyolefin Technology. The Royal Society of Chemistry, p.1-13. Fevereiro. 2011.
- [14] COUTINHO F.M.B.; MELLO I.L.. Polietileno: Principais Tipos, Propriedades e Aplicações. Polímeros: Ciência e Tecnologia, 13 (2003) 1-13.
- [15] MARTINS, F.A.; SUAREZ, J.C.M.; MANO, E.B. Produtos poliolefinicos reciclados com desempenho superior aos materiais virgens correspondentes. Polímeros: Ciência e Tecnologia, p. 27-32, Out/Dez, 1999.
- [16] ABIPLAST. Utilização do plástico por setor no Brasil . [São Paulo], abr. 2013. Disponível em: < <http://www.abiplast.org.br/site/estatisticas> >. Acesso em: 22 de outubro de 2013.
- [17] YAMAJI, F. M. Produção de compósito plástico-madeira a partir de resíduos da indústria madeireira. 2004. 182f. Tese de Doutorado em Ciências Florestais- Universidade Federal do Paraná, Curitiba, 2004)
- [18] CALLISTER JR, W. D.; Materials Science and Engineering, an Introduction. 7th edition. New York : John Wiley & Sons. 2007. p. 516-517.
- [19] STARK, N. M.; MATUANA, L. M.; CLEMONS, C. M. Effect of processing method on surface and weathering characteristics of wood-flour/HDPE composites. Journal of Applied Polymer Science, v.93, n.3, p.1021-30, 2004.
- [20] SPINACÉ, M. A. S.; FERMOSELLI, K. K. G.; De PAOLI, M. A., Recycled polypropylene reinforced with curaua fibers by extrusion. J. Appl. Polym. Sci. 2009.
- [21] CEMPRES Um panorama atualizado da reciclagem no Brasil. Disponível em: http://www.cempre.org.br/newsletter/CEMPRE_review_2013.pdf Acesso em: 10 Nov. 2013
- [22] Salles, Ana Claudia Nioac de. Emissões de Gases do Efeito Estufa dos Dormentes de Ferrovia de Madeira Natural e de Madeira Plástica no Brasil e na Alemanha com Base nos seus Ciclos de Vida. Rio de Janeiro: UFRJ/COPPE,2009.
- [23] ABNT. Resíduos Sólidos – Classificação. Associação Brasileira de Normas Técnicas - Norma Brasileira, ABNT NBR 10004:2004, 2 ed., Brasil, 2004.
- [24] DE PAOLI, Marco Aurélio. Tecnologia da reciclagem de polímeros. São Paulo, 2006

- [25] Sindiplast, Guia ambiental da indústria de transformação e reciclagem de materiais plásticos, Disponível na Internet em http://file.sindiplast.org.br/download/guia_ambiental_internet.pdf. Acesso em: 25 de agosto de 2013.
- [26] PLASTIVIDA. Monitoramento dos Índices de Reciclagem Mecânica de Plástico no Brasil (IRmP) 2011. [São Paulo], nov. 2012. Disponível em: <http://www.plastivida.org.br/2009/pdfs/IRmP/Apresentacao_IRMP2011.pdf>. Acesso em: 20 de outubro de 2013.
- [27] PLASTICSEUROPE. The Compelling Facts About Plastics – An analysis of plastics production, demand and recovery for 2006 in Europe. Association of plastics manufactures, 2008.
- [28] HELLMEISTER, João César. Madeiras e suas características. I EBRAMEM – Encontro Brasileiro em Madeiras e em Estruturas de Madeira. Anais. São Carlos, 1983, pág 1 à 37.
- [29] TEIXEIRA, Joselena de Almeida. Design e Materiais. Editora CEFET-PR. Curitiba. 1999
- [30] CORSON, Walter H. Manual Global de Ecologia. São Paulo. Ed. Augustus, 2002.
- [31] GERWING, Jeffrey. VIDAL, Edson. Degradação de Florestas pela Exploração Madeireira e Fogo na Amazônia. Série Amazônia N° 20 - Belém: Imazon, 2002.
- [32] INPE. Dados de desmatamento na floresta amazônica. Disponível em <http://g1.globo.com/natureza/noticia/2013/11/dados-do-inpe-apontam-aumento-de-28-no-desmatamento-da-amazonia.html>. Acesso em 18 novembro de 2013
- [33] INPE. (INPE - Instituto Nacional de Pesquisas Espaciais). Disponível na Internet em http://www.inpe.br/institucional/pesquisa_desenvolvimento.php. Acesso em: 10 de agosto de 2013.
- [34] Melo et al. (2008) MELO, R.R. et al. Evolucao do setor florestal brasileiro. In: IV Simposio Latino-Americano sobre Manejo Florestal, PPGEF-UFSM: Santa Maria, 2008, 7p.
- [35] SILVA, J.C. Eucalipto: a madeira do futuro. Revista da madeira, Ed. especial, 2001, 114p.
- [36] IBGE. Produção agrícola mundial: comentários. v.35, 48p, 2005.[31] SOUZA, F.X. Casca de arroz carbonizada: um substrato para a propagacao de plantas. Revista Lavoura Arrozeira, v.46, n.406, p.11, 1993.

- [37] POUHEY, M.T.F. Beneficiamento da cinza de casca de arroz residual com vistas à produção de cimento composto e/ou pozolânico. 2006, 345f. Tese (Doutorado em Engenharia), Universidade Federal do Rio Grande do Sul, Porto Alegre.
- [38] PAULESKI, D.T. Características de compósitos manufaturados com polietileno de alta densidade (PEAD) e diferentes proporções de casca de arroz e partículas de madeira. 2005, 100f. Dissertação (Mestrado em Engenharia Florestal), Universidade Federal de Santa Maria, Santa Maria.
- [39] SIRVINSKAS, Luís Paulo. Manual de Direito Ambiental. São Paulo: Saraiva, 2002.
- [40] Ministério da agricultura. Cultura do arroz. Disponível em: <http://www.agricultura.gov.br/vegetal/culturas/arroz> – Acesso em: 18 novembro de 2013.
- [41] MARTINS, A.F., SUAREZ, J.C.M., MANO, E.B. Produtos Poliolefinicos Reciclados com Desempenho Superior aos Materiais Virgens Correspondentes. Artigo Técnico Científico. Polímeros: Ciência e Tecnologia, 1999.
- [42] LAMPO, R.; NOSKER T. Development and Testing of Plastic Lumber Materials for Construction Applications. USACERL Technical Report 97/95. Construction Productivity Advancement Research (CPAR) Program, 1997.
- [43] LAMPO, R.; KRISHNASWAMY, P.; ROBBINS, A. Development of Industry Consensus Standards for Recycled-Plastic Lumber. U.S. Army Engineer Research and Development Center, 2000.
- [44] IMA. Instituto de Macromolécula Professora Eloisa Mano. Universidade Federal do Rio de Janeiro. Disponível em www.ima.ufrj.br/linhaspes/frlinhpesq1.htm. Acesso em: 15 de setembro de 2013.
- [45] OLIVEIRA, J. H. I. Desenvolvimento do Processo de Fabricação de Laminados de Material Composto Polimérico de Fibra de Vidro para Aplicação na Construção Aeronáutica, Tese de Doutorado, UFMG, 2007
- [46] Louzas, André, Madeira feita de plástico reciclado é resistente e econômica Jornal Unesp, Ano XVII, nº 177, Maio/2003. Disponível em: <http://www.muda.org.br/mplastico.htm>. Acesso em; 13 março 2013
- [47] STARK, N. M.; MATUANA, L. M.; CLEMONS, C. M. Effect of processing method on surface and weathering characteristics of wood-flour/HDPE composites. Journal of Applied Polymer Science, v.93, n.3, p.1021-30, 2004.

[48] BLEDZKI, A.K.; REIHMANE, S.; GASSAN, J. Thermoplastics reinforce with wood fillers: a literature review. *Polymer-plastic Technology Engineering*, v.37, n.4, p.451-68, 1998.

[49] Composto madeira plástico. Disponível em: <http://portaldamadeira.blogspot.com.br/2010/03/composto-madeira-plastico-wpc-processo.html>. Acesso em: 10 Novembro de 2013.

[50] ASTM. Book of ASTM Standarts, American Society for Testing Materials.

a) ASTM D 6108 (1997) – Compressive properties;

b) ASTM D 6109 (1997) – Flexural Properties;

c) ASTM D 6341 (1998) – Coefficient of Thermal Expansion;

d) ASTM D 6662 (2001) - Standard specification for polyolefin-based plasti lumber decking boards.

[51] PAULA, R. M.; COSTA, D. L. Madeira plástica: aliando tecnologia e sustentabilidade. In: ENCONTRO LATINO AMERICANO DE INICIAÇÃO CIENTÍFICA, 12.; ENCONTRO LATINO AMERICANO DE PÓS-GRADUAÇÃO, 8., São José dos Campos, 2008. Anais... São José dos Campos: UNIVAP, 2008. Disponível em: http://www.inicepg.univap.br/cd/INIC_2008/anais/arquivosEPG/EPG01083_04_O.pdf. Acesso em: 20 março de 2013.

[52] TEIXEIRA, M. G.; CÉSAR, S. F. Resíduo de madeira como possibilidade sustentável para produção de novos produtos. Anais do I Conferência Latino-Americana de Construção Sustentável e X Encontro Nacional de Tecnologia do Ambiente Construído. São Paulo, 2004.

[53] AGNER, Thompson C. R. V. Eco-eficiência baseada nos princípios da produção mais limpa. Dissertação de Mestrado – UTFPR, Paraná, 2007.).

[54] MÁXIMO, W. Derrubada de árvores geram 75% das emissões de gás carbônico no Brasil. Agência Brasil, 2007. Disponível em: <http://www.agenciabrasil.gov.br/noticias/2007/06/29/materia.2007-06-29.5849511504/view>. Acesso em: 11 de julho de 2013.

[55] OLIVEIRA, S.M.M. Meio Ambiente, Reciclagem e Tratamento de Resíduos. Tecpar, 2005. Disponível em: <http://sbrtv1.ibict.br/upload/sbrt409.pdf?PHPSESSID=6aa56910df57f5c60f1bee9de0deef0>. Acesso em: 13 de julho de 2013.

- [56] ALMEIDA, Cecília M. V. B; GIANNETTI, Biagio F. Ecologia industrial: conceitos, ferramentas e aplicações. São Paulo: Edgard Blucher, 2006.
- [57] Leite (2003) LEITE, Paulo R. Logística Reversa: meio ambiente e competitividade. São Paulo: Prentice Hall, 2003.
- [58] BNDS. Porte das empresas. Disponível em http://www.bndes.gov.br/SiteBNDES/bndes/bndes_pt/Institucional/Apoio_Financeiro/porte.html. Acesso em: 11 julho de 2013.
- [59] CASAROTTO FILHO, Nelson; KOPITTKKE, Bruno H. Análise de investimentos: matemática financeira, engenharia econômica, tomada de decisão, estratégia empresarial. 6. ed. São Paulo:Atlas, 1994. 448 p.
- [60] SOUZA, Alceu; CLEMENTE, Ademir. Decisões financeiras e análise de investimentos: fundamentos, técnicas e aplicações. 6. ed. São Paulo: Atlas, 2009. 186 p.
- [61] FILHO, José. Controles financeiros e fluxo de caixa. Rio de Janeiro: Qualitymark, 2005.
- [62] BUARQUE, C. Avaliação econômica de projetos. 6 ed. Rio de Janeiro: Campus, 1991. 266p.
- [63] SANTOS, Edno Oliveira dos. Administração financeira da pequena e média empresa. São Paulo: Atlas, 2001.
- [64] HERTZ, O.B. Risk analysis in capital investment. Harvard Business Review, 42(1)-95-106, jan.feb. 1994.
- [65] LAPPONI, J. C. Projetos de investimento na empresa. Rio de Janeiro: Elsevier, 2007.
- [66] LEITE, H. P. Introdução à administração financeira. 2.ed. São Paulo: Atlas, 1994.
- [67] MOTTA, R. R.; CALÔBA, G. M. Análise de investimentos tomada de decisões em projetos industriais. São Paulo: Atlas, 2002.
- [68] INPI. Busca: patentes. Rio de Janeiro, 13 nov. 2012. Disponível em: <http://www.inpi.gov.br/portal/artigo/busca_patentes>. Acesso em: 19 de julho de 2013.
- [69] NORONHA, J.F. Projetos: administração financeira, orçamento e viabilidade econômica. 2 ed. São Paulo, Atlas, 1987. 269p.
- [70] LAPPONI, J.C. Projetos de investimento: construção e avaliação do fluxo de caixa: modelos em Excel. São Paulo: Lapponi Treinamento e Editora, 2000. 376p.

[71] Sebrae - Informação de empresas. Disponível em <http://www.sebrae.com.br/customizado/inovacao>. Acesso em: 12 de novembro de 2013.

[72] Brito (2007) BRITO, P. Análise de investimentos. São Paulo: Atlas, 2007

[73] ASSAF NETO, Alexandre. Finanças corporativas e valor. São Paulo: Atlas, 2003.

Anexo I - Check list aplicado com as empresas do ramo de madeira plástica

Parte 1: Técnica (Processo de produção e particularidades)

1. Descrição do processo (se é 1 apenas ou atua com vários?)
Qual Processo é utilizado: extrusão (mono rosca ou dupla rosca?), intrusão e injeção (Mold comp térmica?);
Pré mistura?
2. Qual a Composição da matéria prima (virgem, reciclado ou as 2?);
Qual Matriz polimérica é utilizada (PP / PEBD / PEAD / PEADL / virgem ou reciclado);
Qual carga: serragem (qual tipo? / se usa algum outro tipo... ex: carbonato de cálcio) / eucalipto / cedrinho / bananeira / pneus;
3. Ver se tem LCQ / responsável técnico;
4. Verificar se aplica algum Padrão para madeira plástica: (ex: ASTM D6108 (1997) – compressive properties / ASTM D6109 (1997) – Flexural properties / ASTM D6341 (1998) – Coefficient of Thermal Expansion / ASTM D6341 (1998) – Coefficient of Thermal Expansion);
5. Verificar se aplica alguma norma específica de MP:
6. Verificar se possui alguma patente no INPI:
7. Verificar se houve algum avanço tecnológico no processamento da MP

Parte 2: Econômica (economia e particularidades)

1. Descrever porte da empresa;
Verificar N° de Funcionários;

2. Verificar Balanço dos custos do processo;
Descrever custo fixo da empresa;
Verificar Custos variáveis do processo (ambiental, efluentes, elétrico e manutenção)

3. Calcular e descrever EVTE (investimento, pay back, vpl, etc)
Qual foi o Investimento em maquinário e qual a projeção para os próximos anos?

4. Descrever um pouco sobre a Matéria prima / Fontes das cargas (volume, aquisição, logística, custos, cenário, etc)

5. Se recebe pronto ou não? como recebe o produto (flakes ou para reciclar ainda?)

6. Verificar sobre Cooperativas de reciclagem na região e atuação / cenário / perspectivas junto as prefeituras para coleta seletiva, etc;
Realizar Estudo de viabilidade da reciclagem x comprar já reciclado com a empresa;

7. Verificar sobre a carteira de Clientes e atuação deles / cenário e projeções;

8. Verificar Mercado (estudo de oferta e demanda);

9. Verificar Planos para expansão;

10. Verificar se tem e quais são os Incentivos governamentais;

11. Verificar Marketing / desenvolvimento sustentável da empresa;

Anexo II - Check list aplicado com as instituições de ensino

Pesquisa (aquisição de dados com as instituições de ensino)

- 1 Qual Processo é utilizado: extrusão (mono rosca ou dupla rosca?), intrusão, injeção e (Mold comp térmica?);
Pré mistura ou não?

- 2 Composição da matéria prima (virgem, reciclado, pós indústria ou as 3?):
Qual Matriz polimérica é utilizada (PP / PEBD / PEAD / PEBDL / virgem ou reciclado)
Qual carga: serragem (qual tipo? / eucalipto / cedrinho / pinos, casca de arroz / outros. Se usa algum outro tipo... ex: carbonato de cálcio, resto de pneu, etc?

- 3 Verificar se aplica algum Padrão ou realizam Ensaios de caracterização - mecânicos / térmicos / físicas / outros?

- 4 Quantos Trabalhos e as principais linhas de pesquisa – po de serragem / casca de arroz / outros;

- 5 Verificar se possui alguma patente no INPI.

- 6 Verificar se tem investimentos de empresas privadas nos projetos de reciclagem e Madeira plástica;
Verificar se tem projetos para desenvolvimento com as empresas;

- 7 Descrever outras informações relevantes;

Anexo III - Relação dos equipamentos e seus respectivos valores

Equipamentos	Valor
1 – Utilidades	
Torre de arrefecimento	R\$ 15.000,00
Compressor + vácuo	R\$ 8.000,00
2 – Linha de moagem de plástico úmido	
Triturador Schreder – 800mm	R\$ 160.000,00
Esteira de alimentação	R\$ 9.000,00
Moinho	R\$ 50.000,00
Rosca de extração	R\$ 10.000,00
3 – Linha de lavagem	
Centrífuga vertical	R\$ 12.000,00
Tanque de enxágüe	R\$ 3.500,00
Centrifuga vertical de secagem	R\$ 12.000,00
Transporte a vácuo	R\$ 6.000,00
4 – Armazenagem	
Silo de armazenagem	R\$ 25.500,00
Plataforma de mistura/alimentação	R\$ 10.000,00
5 – Extrusora	
a) Extrusora monorosca 90mm para intrusão	R\$ 340.000,00
b) Extrusora monorosca 70mm para extrusão	R\$ 270.000,00
6 – Ferramentas e moldes	
a) Intrusão (para mourões)	R\$ 200.000,00
b) Extrusão	R\$ 85.000,00
7 – Tratamento de efluentes	R\$ 50.000,00
8 – Instalação, montagem e elétrica	R\$ 320.000,00
9 – Projeto e contingências	R\$ 100.000,00
Total	R\$ 1.686.000,00

Anexo IV - Demonstrativo do custo de produção

Produtos		Estaca de 52mm			Mourão de 90mm		
Peso		2,80	kg		10,00	kg	
Cumprimento		1,75	m		2,30	m	
Capacidade de produção		64.286	Unidades		18.000	Unidades	
Custos							
Matéria-prima		3,67			13,12		
Mão-de-obra		0,62			2,67		
Energia		0,33			1,49		
Outros CIF		0,18			0,66		
Depreciação		0,07			0,25		
Total de custos		R\$ 4,88	Por unidade		R\$ 18,18	por unidade	
1 - Matéria-prima	Prop.	R\$/kg	Custo		Prop.	R\$/kg	Custo
Plástico reciclado - via preparação	90%	1,39	1,25		90%	1,39	1,25
Pó de serragem	10%	0,60	0,06		10%	0,60	0,06
Custo do kg da matéria-prima		Total	R\$ 1,31		Total	R\$ 1,31	
2 - Depreciação							
Investimento - Linha de extrusão					Investimento - Linha de intrusão		
Matriz do perfil	30.000				160.000	Moldes	
Calibrador	25.000				25.000	Grupo hidráulico	
Banheira de resfriamento	5.000				15.000	trilhos	
Puxador e cortador	15.000				330.000	extrusora	
Extrusora	350.000				124	Montagem	
Montagem/elétrica	85.017						
Total	510.017				530.124		
Despesa de depreciação mensal	R\$ 4.250,14	Mensal			R\$ 4.417,70	Mensal	

3 - Mão-de-obra							
Operador	3	2.000	6.000		4	2.000	8.000
Líder	1	4.000	4.000		1	4.000	4.000
			10.000				12.000
Despesa mão-de-obra mensal -	3 turnos - 4 turmas		R\$ 40.000,00		3 turnos - 4 turmas		R\$ 48.000,00
4 – Energia							
Motor	100	Cv	85,00		125	Cv	106,25
			0,35				0,35
	Custo por hora		29,75		Custo por hora		37,19
	24	horas	714,00		24	horas	892,50
Despesa energia elétrica 24 horas	30 Dias		R\$ 21.420,00		30 Dias		R\$ 26.775,00

Anexo V - Demonstrativo dos custos fixos

Despesas correntes		
	<u>Padrão</u>	
Aluguel ou equivalente	-	
Serviços terceirizados		
Contabilidade	2.500	
Limpeza/Segurança	4.000	
Tecnologia (suporte)	2.600	
Pessoal		
Administrativo/comercial		
Gerência		

Despesas gerais		
Material escritório	1.500	
Copa/higiene	1.250	
Cópia/cartório/correio	500	
Telefonia/conectividade	1.750	
Outros gastos	3.000	
TOTAL DAS DESPESAS	16.600	
Gastos com pessoal	<u>Base</u>	<u>Fator</u>
Auxiliar administrativa	1.600	1,45
Assistente financeiro	1.800	1,45
Gerência		
Comercial	5.000	1,4
Financeira	3.500	1,4
Gestor	9.000	1,4
<u>FINANCEIRAS</u>		
Máquinas	1.686.000,00	
	1.686.000,00	
Custos do dinheiro BNDES	10%	tjlp
Custo minimo mensal	13.347,50	

Anexo VI - Fluxo de caixa do período de 5 anos

Fluxo de caixa		Ano 1	Ano 2	%	Ano 3	%	Ano 4	%	Ano 5	%
Receitas de estacas		R\$ 2.100.000,00	R\$ 6.160.000,00		R\$ 7.700.000,00		R\$ 8.008.000,00		R\$ 8.008.000,00	
P.Venda	7,00									
Quantidade	880000	300.000	880.000		1.100.000	1,25	1.144.000	1,30	1.144.000	1,30
Receitas de mourões		R\$ 1.825.000,00	R\$ 9.000.000,00		R\$ 11.250.000,00		R\$ 11.700.000,00		R\$ 11.700.000,00	
P.Venda	25,00									
Quantidade	360000	73.000	360.000		450.000	1,25	468.000	1,30	468.000	1,30
RECEITA BRUTA		3.925.000	R\$ 15.160.000,00		R\$ 18.950.000,00		R\$ 19.708.000,00		R\$ 19.708.000,00	
(-) Impostos										
ICMS s/vendas	18,00 %	706.500	R\$ 2.728.800,00		R\$ 3.411.000,00		R\$ 3.547.440,00		R\$ 3.547.440,00	
Pis/Cofins	3,65%	143.263	R\$ 553.340,00		R\$ 691.675,00		R\$ 719.342,00		R\$ 719.342,00	
RECEITA LÍQUIDA		3.075.238	R\$ 11.877.860,00		R\$ 14.847.325,00		R\$ 15.441.218,00		R\$ 15.441.218,00	
(-) Custos		2.595.739	R\$ 10.838.354,49		R\$ 13.751.162,26		R\$ 14.442.107,36		R\$ 14.442.107,36	
Estacas	R\$ 4,88	1.268.706	R\$ 4.294.082,09		R\$ 5.448.116,65	1,015	R\$ 5.721.864,38	1,025	R\$ 5.721.864,38	1,025
Mourões	R\$ 18,18	1.327.033	R\$ 6.544.272,40		R\$ 8.303.045,61	1,015	R\$ 8.720.242,97	1,025	R\$ 8.720.242,97	1,025
LUCRO BRUTO		R\$ 479.498,41	R\$ 1.039.505,51		R\$ 1.096.162,74		R\$ 999.110,64		R\$ 999.110,64	
(-) Despesas		538.590	345.624		366.361		388.343		411.644	
Administrativas		253.200	73.200		77.592		82.248		87.182	
Pessoal		125.220	166.320		176.299		186.877		198.090	
Financeiras		160.170	106.104		112.470		119.218		126.372	
LAIR (antes de IR/CLSS)		(59.092)	693.882		729.801		610.768		587.467	
			5,84%		4,92%		3,96%		3,80%	
LUCRO LÍQUIDO		R\$ (278.471,59)	R\$ 693.881,51		R\$ 729.801,30		R\$ 610.767,52		R\$ 587.466,93	

