

**UNIVERSIDADE FEDERAL DOS VALES DO JEQUITINHONHA E MUCURI  
INSTITUTO DE CIÊNCIA, ENGENHARIA E TECNOLOGIA – ICET  
CURSO DE ENGENHARIA CIVIL**

**Marcos Vinícios Rossi de Figueiredo Filho  
Pedro Henrique Jardim Reis**

**VIABILIZAÇÃO DE PROJETOS UTILIZANDO A MADEIRA PLÁSTICA NO  
CAMPO DA CONSTRUÇÃO CIVIL.**

**Teófilo Otoni – MG  
2019**

**Marcos Vinícios Rossi de Figueiredo Filho**  
**Pedro Henrique Jardim Reis**

**VIABILIZAÇÃO DE PROJETOS UTILIZANDO A MADEIRA PLÁSTICA NO  
CAMPO DA CONSTRUÇÃO CIVIL.**

Trabalho de Conclusão de Curso apresentado ao curso de Engenharia Civil como parte dos requisitos exigidos para a conclusão do curso.

Orientador (a): Flávio Alchaar Barbosa.

Coorientador (a): Alessandra de Paula Carli.

**Teófilo Otoni – MG**

**2019**

**Marcos Vinícios Rossi de Figueiredo Filho**  
**Pedro Henrique Jardim Reis**

**VIABILIZAÇÃO DE PROJETOS UTILIZANDO A MADEIRA PLÁSTICA NO  
CAMPO DA CONSTRUÇÃO CIVIL.**

Trabalho de Conclusão de Curso apresentado ao curso de Engenharia Civil como parte dos requisitos exigidos para a conclusão do curso.

Orientador (a): Flávio Alchaar Barbosa.

Coorientador (a): Alessandra de Paula Carli.

Data da aprovação: .... /..... /.....

---

Profª. Dra. Alessandra de Paula Carli  
Instituto de Ciência, Engenharia e Tecnologia - ICET

---

Profª. Dra. Aruana Rocha Barros Lopes  
Instituto de Ciência, Engenharia e Tecnologia - ICET

---

Prof. Msc. Flávio Alchaar Barbosa  
Instituto de Ciência, Engenharia e Tecnologia - ICET

**Teófilo Otoni – MG**

**2019**

“N3o desista de seu sonho.”

Augusto Cury.

## **LISTA DE ABREVIATURAS**

Ed. – edição

p. - página

## LISTA DE SIGLAS

ABNT – Associação Brasileira de Normas Técnicas

BR – Brasil

IBGE – Instituto Brasileiro de Geografia e Estatística

INPE – Instituto Nacional de Pesquisas Espaciais

NBR – Norma Brasileira

PC - Policarbonato

PE - Polietileno

PEAD – Polietileno de Alta Densidade

PEBD – Polietileno de Baixa Densidade

PET – Politereftalato de Etileno

PMC – Polymer Matrix Composites

PNSB – Pesquisa Nacional de Saneamento Básico

PP – Polipropileno

PS – Poliestireno

PVC – Policloreto de Vinila

SBRT – Serviço Brasileiro de Resposta Técnicas

SEBRAE – Serviço Brasileiro de Apoio às Micro e Pequenas Empresas

SNIS - Sistema Nacional de Informações sobre Saneamento

WWF – World Wildlife Fund

## LISTA DE FIGURAS

<b>FIGURA 1</b> – Produção e participação da produção de plásticos.....	13
<b>FIGURA 2</b> - Símbolos de identificação dos materiais plásticos.....	15
<b>FIGURA 3</b> – Principais compradores dos materiais separados pela coleta seletiva dos municípios, segundo as grandes regiões.....	17
<b>FIGURA 4</b> – Massa de resíduos sólidos coletada pelo serviço de coleta seletiva de RDO.....	18
<b>FIGURA 5</b> – Evolução da massa per capita de resíduos sólidos coletada pelo serviço de coleta seletiva de RDO nos municípios participantes de 2014 a 2016.....	19
<b>FIGURA 6</b> – Taxa de desmatamento estimada na Amazônia em Km <sup>2</sup> .....	20
<b>FIGURA 7</b> – Estrutura de materiais compósitos com alguns dos possíveis arranjos das fibras/reforço.....	21
<b>FIGURA 8</b> – Municípios com coleta seletiva no Brasil.....	26
<b>FIGURA 9</b> – Extrusora monorosca ADL.....	26
<b>FIGURA 10</b> - Fluxograma processo de fabricação da madeira plástica.....	27
<b>FIGURA 11</b> – Projeto de lixeiras para coleta seletiva.....	29
<b>FIGURA 12</b> – Projeto do jogo de mesa com dois bancos.....	31

## **LISTA DE TABELAS**

**TABELA 1** – Orçamento do conjunto de lixeiras para coleta seletiva de madeira plástica...30

**TABELA 2** – Orçamento do jogo de uma mesa com dois bancos de madeira plástica.....32

## RESUMO

O planeta se mostra longe de ser sustentável, e a enorme produção de resíduos junto aos impactos ambientais produzidos pela população mostram o estado de urgência ambiental que estamos vivendo. Assim a busca de tecnologias ambientalmente corretas se torna necessária. Os resíduos causados pelo lixo causam diversos malefícios para a natureza. O plástico hoje se mostra como um produto extremamente útil, mas com a sua grande utilização vem uma grande quantidade de lixos plásticos descartados. A madeira plástica vem como uma proposta para a retirada desses resíduos do meio ambiente, mostrando que é possível obter desenvolvimento em prol do mesmo, bastante parecida com a madeira convencional, e em certos casos com melhores propriedades. Ela é um compósito polimérico; um material formado pela união de dois ou mais materiais com o objetivo agregar suas propriedades, aumentando sua qualidade. O processo de produção da madeira plástica começa com a obtenção das matérias primas, em sua maioria os plásticos reciclados, com a matéria prima em forma de grânulos, ela é lavada e extrusada junto aos materiais reforços e os aditivos, passando por uma homogeneização do material, imediatamente após, ele é resfriado e moldado no perfil final, a madeira plástica. Este trabalho foi feito através de uma metodologia onde foram feitos orçamentos de dois projetos com madeira plástica e comum para determinar a viabilidade do compósito plástico madeira, mostrando que a utilização da madeira plástica é mais vantajosa e que uma inovação tecnológica a favor do desenvolvimento sustentável.

**Palavras-chave:** Madeira Plástica, Plásticos, Reciclagem, Coleta Seletiva.

## ABSTRACT

The planet is far from being sustainable, and the huge production of waste along with the environmental impacts produced by the population show the environmental urgency state that we are living. So the search for eco-friendly technologies becomes necessary. The waste caused by garbage begets several harms to the nature. Plastic today proves to be an extremely useful product, but with its high use comes a lot of plastic waste garbage. The plastic wood comes as a proposal for the removal of these residues from the environment, showing that it is possible to obtain development in favor of the environment. It is quite similar to conventional wood, and in some cases it has better properties. Plastic wood is a polymeric composite. It is a material made by the union of other materials, with the purpose to aggregate its properties, increasing its quality. The plastic wood's production process begins with obtaining raw materials, mostly recycled plastics. With the raw material in the form of granules, the composite is washed and extruded next to the reinforcing materials and the additives, passing through a homogenization of the material. After it is cooled and molded into the final profile, the plastic wood. This project was done through a methodology where budgets of two projects with plastic and common wood were made to determine the viability of the plastic composite, showing that the use of plastic wood is more viable and it's a technological innovation in favor of sustainable development.

**Key words:** Wood Plastic, Plastics, Recycling, Selective Collection.

## SUMÁRIO

<b>1 INTRODUÇÃO.....</b>	<b>11</b>
<b>1.1 OBJETIVOS.....</b>	<b>11</b>
<b>1.1.1 Objetivo Geral.....</b>	<b>11</b>
<b>1.1.2 Objetivos Específicos.....</b>	<b>12</b>
<b>2 REFERENCIAL TEÓRICO.....</b>	<b>12</b>
<b>2.1 INOVAÇÕES TECNOLÓGICAS.....</b>	<b>12</b>
<b>2.2 DESENVOLVIMENTO SUSTENTÁVEL E OS LIXOS PLÁSTICOS.....</b>	<b>13</b>
<b>2.3 COLETA SELETIVA E RECICLAGEM .....</b>	<b>16</b>
<b>2.4 DESMATAMENTO.....</b>	<b>19</b>
<b>2.5 COMPÓSITOS POLIMÉRICOS.....</b>	<b>20</b>
<b>2.6 PROCESSOS DE PRODUÇÃO.....</b>	<b>25</b>
<b>2.7 MADEIRA PLÁSTICA.....</b>	<b>25</b>
<b>2.7.1 Aplicações.....</b>	<b>25</b>
<b>2.7.2 Pontos positivos.....</b>	<b>26</b>
<b>2.7.3 Pontos negativos.....</b>	<b>27</b>
<b>3 METODOLOGIA.....</b>	<b>27</b>
<b>4 RESULTADOS E DISCUSSÕES.....</b>	<b>28</b>
<b>4.1 PROJETO PARA LIXEIRAS PARA COLETA SELETIVA.....</b>	<b>28</b>
<b>4.2 PROJETO DO JOGO DE MESA COM DOIS BANCOS.....</b>	<b>30</b>
<b>5 CONSIDERAÇÕES FINAIS.....</b>	<b>33</b>
<b>REFERÊNCIAS.....</b>	<b>33</b>
<b>ANEXO 1 - AUTORIZAÇÃO.....</b>	<b>38</b>

## 1 INTRODUÇÃO

Esse trabalho expõe alguns temas atuais que precisam de mais atenção, como sustentabilidade, reciclagem, coleta seletiva e desmatamento apresentando um compósito que acomoda uma gama de características que englobam os temas acima citados – a madeira plástica. Segundo Platt, Lent e Walsh (2005), mais de 1/3 dos produtos feitos a partir da madeira-plástica são considerados “mais ambientalmente preferíveis”.

A madeira plástica tem um alto potencial para ajudar a impulsionar um crescimento econômico e social de uma região, juntamente com uma concepção de que devemos ser mais ecologicamente corretos e que o desenvolvimento e avanços tecnológicos podem ser menos agressivos ao meio ambiente.

De acordo Platt, Lent e Walsh (2005), o mínimo de plástico reciclado utilizado no traço da madeira plástica é de 50%, e que o mercado da madeira-plástica manifesta um alto potencial de criar um sistema de “loop – fechado”, ou seja, pode-se desenvolver um sistema de logística reversa para que toda madeira plástica pós consumo possa retornar ao processo e voltar ao mercado.

Conforme Cheung e Cheng (2008), a sustentabilidade tem suas raízes focadas no: econômico, ecológico e social. Apesar da sustentabilidade não ser totalmente definida, ela se mostra necessária.

Nos próximos capítulos temos um plano de fundo onde mostra que o caminho a ser seguido para a preservação do meio ambiente e desenvolvimento sustentável é a criação e fomentação de novas tecnologias e propostas eficientes que têm a característica de gerar algo novo do que é descartado.

### 1.1 Objetivos

#### *1.1.1 Objetivo Geral*

Evidenciar a madeira plástica para o seu uso no urbanismos e na construção civil.

### 1.1.2 Objetivos Específicos

- Identificar a viabilidade da madeira plástica no campo da construção civil e do urbanismo.
- Viabilizar projetos utilizando a madeira plástica.

## 2 REFERENCIAL TEÓRICO

### 2.1 Inovações tecnológicas

Segundo Reis (2004), tecnologia é o conjunto de conhecimentos científicos ou empíricos diretamente aplicáveis à produção ou melhoria de bens ou serviços. Segundo esse conceito a ligação entre ciência, tecnologia e inovação destaca o impacto socioeconômico na comunidade sendo aplicados conceitos materiais sobre processo de fabricação, inclusive métodos e produtos no meio de produção (DAMASCENO *et al*, 2011).

De acordo com Plonski (2005), toda inovação requer mudanças, a inovação tecnológica é caracterizada pela mudança nos bens ou serviços prestados. Ainda segundo o mesmo autor, a forma mais comum de entender a inovação é através do reconhecimento das façanhas humanas.

Em uma economia sólida, a inovação tecnológica deve ser resultado de um ambiente que produz ciência de ponta e influência direta e indiretamente o setor produtivo, especialmente por meio dos setores de pesquisa e desenvolvimento gerados no bojo das empresas. “Inovação tecnológica é a introdução de uma tecnologia na prática social.” (SÁNCHEZ e PAULA, 2001).

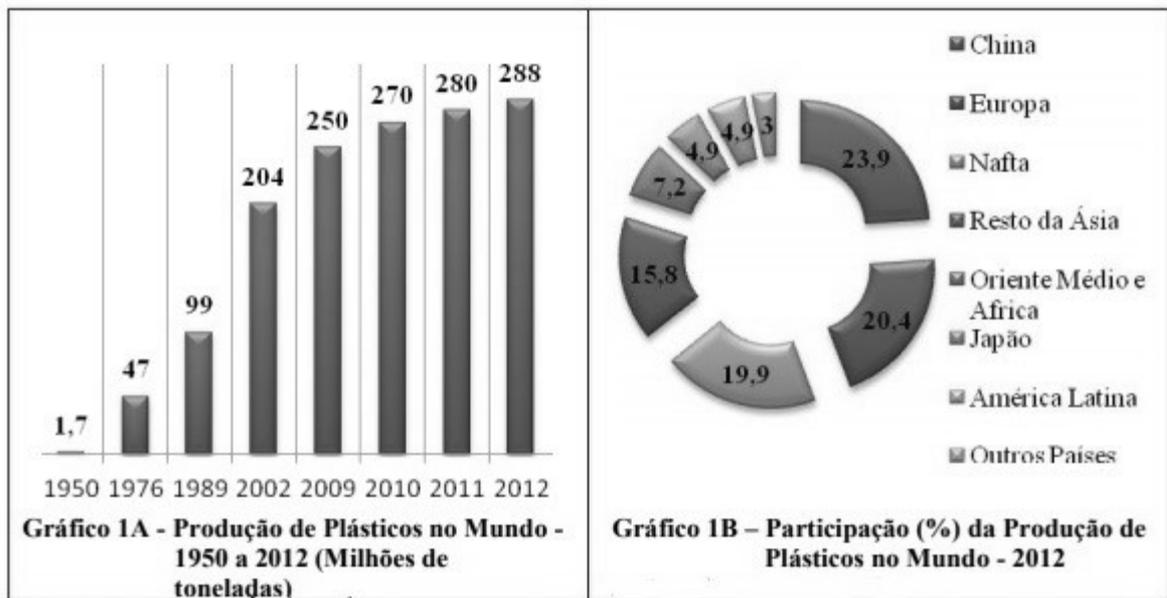
Conforme Damasceno *et al* (2011), uma empresa sustentável seria aquela que consegue manter sua viabilidade econômica num médio e longo prazo, opera dentro da lei, minimiza dependência de recursos esgotáveis e impactos sobre recursos naturais, desenvolve produtos e serviços para o que é percebível como um benefício social ou ambiental, estabelece uma relação de respeito com o seu grupo de público, sendo transparentes, envolvidas com questões de ordem globais como o aquecimento global.

Portanto, uma forma efetiva das empresas colaborarem com o desenvolvimento sustentável do planeta e sua própria competitividade é a modificação de seu processo produtivo para que se tornem sustentáveis (DAMASCENO *et al*, 2011).

## 2.2 Desenvolvimento sustentável e os lixos plásticos

Segundo Passatore (2013), o nome plástico tem origem do grego, e significa capaz de ser moldado, pode ser obtido através da derivação do petróleo, ou podem ser materiais sintéticos. E de acordo com Zanin e Mancini (2015), a sua grande usualidade tem gerando um aumento significativo de sua produção e como consequência o aumento de resíduos desse material. A Figura 1 mostra o aumento da produção de plásticos no mundo e a participação da produção desses plásticos.

**Figura 1:** Produção e participação da produção de plásticos.



Fonte: Plastic Europe, (2013).

A partir da Figura 1 é possível perceber um significativo aumento na produção de plásticos no mundo, sendo que apenas parte deles são reciclados e reutilizados.

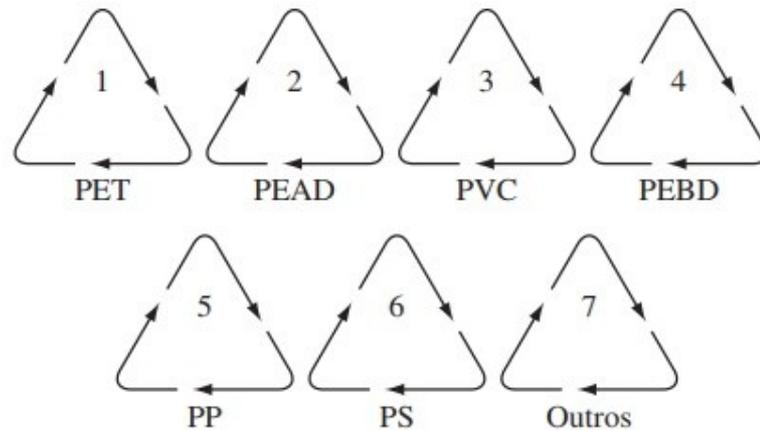
De acordo com o World Wide Fund ( WWF, 2016), 26% dos plásticos produzidos são direcionados para as embalagens. Mesmo que os plásticos utilizados nas embalagens são recicláveis, o seu mau uso, como o descarte inadequado, é maléfico ao meio ambiente.

Segundo Gorni (2003), há diversas maneiras de se dividir os polímeros. A classificação conforme as características mecânicas talvez seja a mais importante. Ela decorre, na verdade, da configuração específica das moléculas do polímero. Sob este aspecto, os polímeros podem ser divididos em termoplásticos, termorrígidos (termofixos) e elastômeros (borrachas).

- Termoplásticos: São os chamados plásticos, constituindo a maior parte dos polímeros comerciais, cuja principal característica é poder ser fundido diversas vezes, logo, sua reciclagem é possível. As propriedades mecânicas variam conforme o plástico: sob temperatura ambiente, podem ser maleáveis, rígidos ou mesmo frágeis. Exemplos: polietileno (PE), polipropileno (PP), poli(tereftalato de etileno) (PET), policarbonato (PC), poliestireno (PS), poli(cloreto de vinila) (PVC).
- Termorrígidos (termofixos): São rígidos e frágeis, sendo muito estáveis a variações de temperatura, apesar de que uma vez prontos, não se fundem novamente. O aquecimento do polímero acabado a altas temperaturas promove decomposição do material antes de sua fusão, logo, sua reciclagem é complicada. Exemplos: baquelite, usada em tomadas e no embutimento de amostras metalográficas; poliéster usado em carrocerias, caixas d'água, piscinas, etc., na forma de plástico reforçado (fiberglass).
- Elastômeros (Borrachas): Classe intermediária entre os termoplásticos e os termorrígidos: não são fusíveis, mas apresentam alta elasticidade, não sendo rígidos como os termofixos. Reciclagem complicada pela incapacidade de fusão, de forma análoga aos termorrígidos. Exemplos: pneus, vedações, mangueiras de borracha

A NBR 13.230 – Embalagens e acondicionamento plásticos recicláveis: Identificação e simbologia é a norma regida pela ABNT - Associação Brasileira de Normas Técnicas, que fornece os símbolos para identificação dos tipos de plásticos como ilustrado na Figura 2.

**Figura 2** – Símbolos de identificação dos materiais plásticos.



- 1- PET - Polietileno tereftalato
- 2 - PEAD - Polietileno de alta densidade
- 3 - PVC - Policloreto de vinila
- 4 - PEBD - Polietileno de baixa densidade
- 5 - PP - Polipropileno
- 6 - PS - Poliestireno
- 7 - Outros

**Fonte:** ABNT – NBR 13.230 (2008).

Conforme Jacobi (2003) a Conferência de Estocolmo em 1972; tem como o pressuposto a existência de sustentabilidade social, econômica e ecológica. Estas dimensões explicitam a necessidade de tornar compatível a melhoria nos níveis e qualidade de vida com a preservação ambiental. Surge para dar uma resposta à necessidade de harmonizar os processos ambientais com os socioeconômicos, maximizando a produção dos ecossistemas para favorecer as necessidades humanas presentes e futuras.

Segundo Nascimento (2012), o desenvolvimento sustentável tem como base os três seguintes aspectos: desenvolvimento sustentável ambiental, econômico e social. O desenvolvimento sustentável ambiental supõe que o modelo de produção e consumo seja compatível com a base material em que se assenta a economia, como subsistema do meio natural. Trata-se, portanto, de produzir e consumir de forma a garantir que os ecossistemas possam manter sua autorreparação ou capacidade de resiliência. A maior virtude dessa abordagem é que, além da incorporação definitiva dos aspectos ecológicos no plano teórico, ela enfatiza a necessidade de inverter a tendência autodestrutiva dos processos de desenvolvimento no seu abuso contra a natureza.

De acordo com Reis (2013), para se ter um ambiente saudável são necessários alguns sacrifícios e custos financeiros altos, ele mostra que é difícil para a sociedade assumir a decisão de se privar em troca de um futuro melhor para as próximas gerações.

### **2.3 Coleta seletiva e reciclagem**

A reciclagem como definição é o processo de reprocessar uma substância quando sua transformação está incompleta ou quando é necessário aprimorar suas propriedades ou melhorar o rendimento da operação como um todo, e em um ponto de vista industrial a reciclagem segue essa mesma base só que mais voltada para os sistemas de produção e na forma de reintroduzir os dejetos da produção/consumo num próximo ciclo produtivo.

Segundo Forlin e Faria (2002), distingue-se, essencialmente, duas fontes recicláveis de materiais plásticos: a industrial e o descarte pós-consumo. Os resíduos provenientes do processo de produção industrial caracterizam-se por uma maior uniformidade de materiais, ou das frações descartadas, consequência da aplicação de procedimentos implementados na linha de produção, laminação/conversão.

Ainda de acordo com Forlin e Faria (2002), para aumentar os índices de degradação no meio ambiente, várias propostas têm sido estudadas, com limitada aplicabilidade econômica, até o momento, entre as quais:

(a) a incorporação de elementos na estrutura da embalagem que promovam processos de fotodegradação (fotossensibilizantes, sais metálicos, nitrocompostos, quinonas, benzofenóis, entre outros).

(b) o estudo de utilização de estruturas poliméricas (poliamidas, poliésteres, poliuretanos) que contenham estruturas hidrofílicas na sua composição, predispondo-as à degradação pela ação da umidade do ambiente.

(c) o desenvolvimento de materiais mistos de embalagem a base de polímeros sintéticos com amidos modificados, ou com outros polímeros que apresentem suscetibilidade natural para o ataque de microrganismos no ambiente.

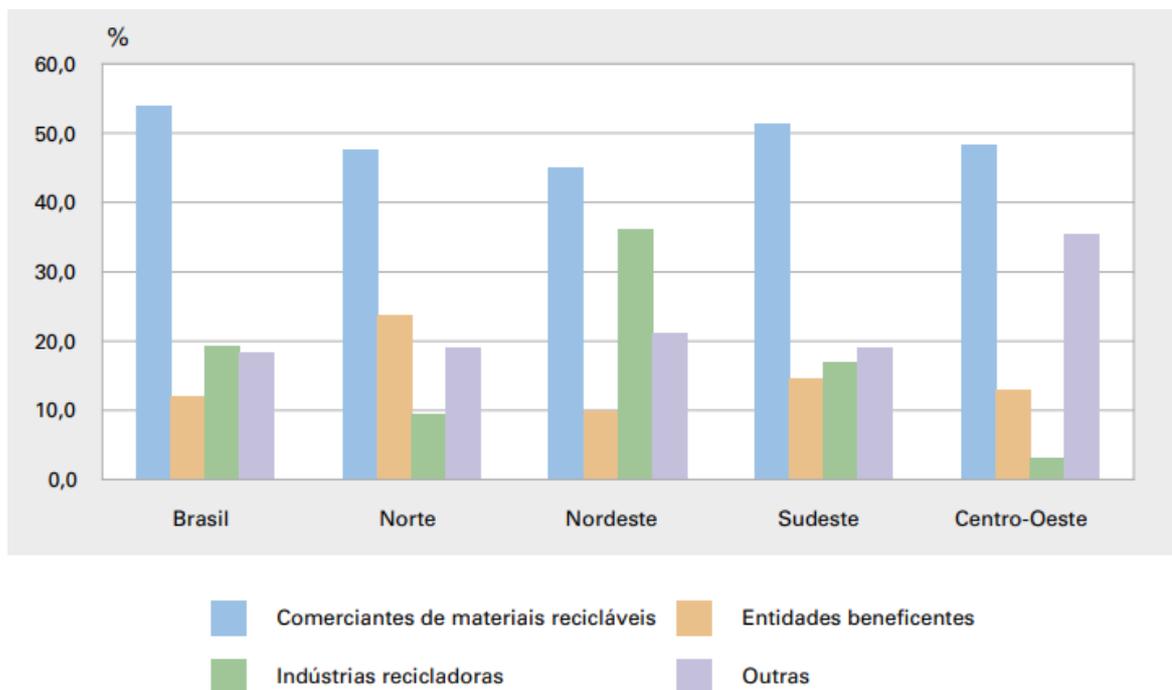
De acordo com a PNSB - Pesquisa Nacional de Saneamento Básico (2008), do IBGE - Instituto Brasileiro de Geografia e Estatística, os serviços de manejo dos resíduos sólidos compreendem a coleta, a limpeza pública bem como a destinação final desses resíduos, e exercem um forte impacto no orçamento das administrações municipais, podendo atingir 20,0% dos gastos da municipalidade.

A coleta seletiva de resíduos sólidos pressupõe a separação dos materiais recicláveis ainda na fonte produtora, ou seja, nos domicílios, nas fábricas, nos estabelecimentos comerciais, escritórios, etc., enquanto a reciclagem consiste na reinserção de um material já utilizado para seu fim inicial, exigindo, portanto, um alto grau de mobilização e conscientização para a sua importância.

Segundo a PNSB (2008), os primeiros programas de coleta seletiva e reciclagem dos resíduos sólidos no Brasil começaram a partir de meados da década de 1980, como alternativas inovadoras para a redução da geração dos resíduos sólidos domésticos e estímulo à reciclagem.

Como ilustrado na Figura 3 a indústria tem menos de 20% do mercado de compra dos materiais separados pela coleta seletiva, e isso mostra que em larga escala a reciclagem e coleta seletiva ainda têm uma pequena fatia do mercado,

**Figura 3** – Principais compradores dos materiais separados pela coleta seletiva dos municípios, segundo as grandes regiões.



Fonte: IBGE, (2008).

A coleta seletiva e a reciclagem devem andar juntas, e no Brasil, ambos processos ainda não estão desenvolvidos o suficiente para que as indústrias e entidades beneficentes. A produção de materiais que precisam de uma alta quantidade de resíduos sólidos como matéria

prima – como a madeira plástica – sofre pois a quantidade de resíduos coletados e transportados de maneira eficiente ainda é pouca.

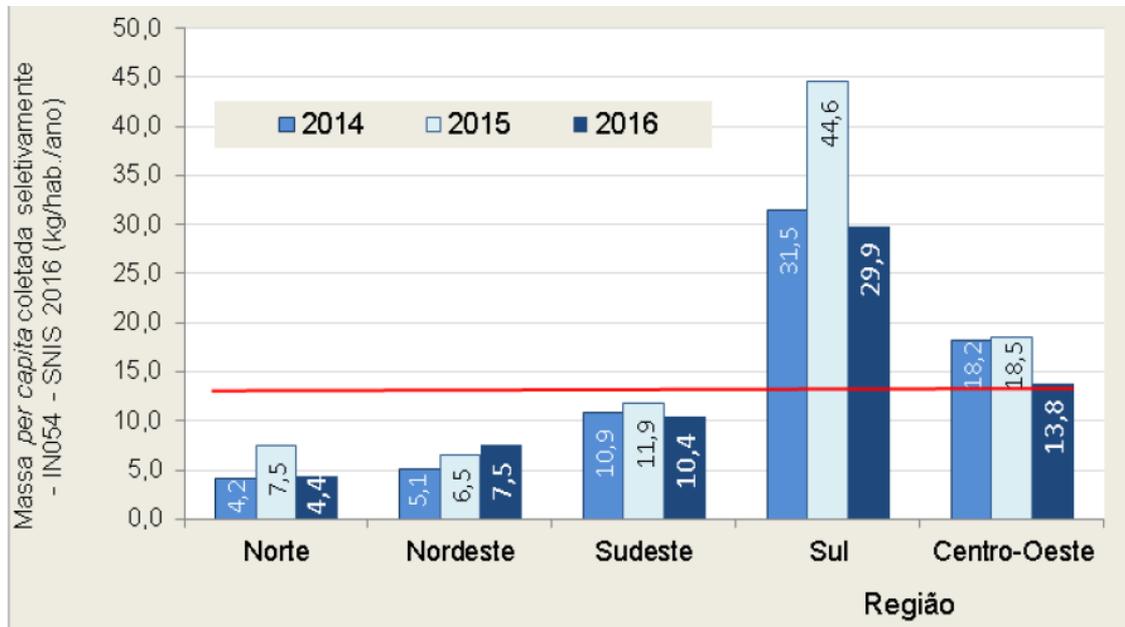
De acordo com a SNIS - Sistema Nacional de Informações sobre Saneamento (2016), o Brasil tem um montante estimado de 58,9 milhões de toneladas de resíduos domiciliares e públicos coletados no ano ou 161,4 mil toneladas por dia.

**Figura 4** – Massa de resíduos sólidos coletada pelo serviço de coleta seletiva de RDO.

Região	Quant. coletada (CS026)	Quant. de municípios	Massa <i>per capita</i> recolhida na coleta seletiva		Média municipal	Massa <i>per capita</i> coletada seletivamente - IN054
			Mínima	Máxima		
	(t/ano)	(munic)	(Kg/hab./ano)		(t/munic./ano)	(Kg/hab./ano)
Norte	22.180	13	0,07	122,5	1.706,2	4,4
Nordeste	119.220	63	0,23	287,5	1.892,4	7,5
Sudeste	587.055	539	0,04	337,3	1.089,2	10,4
Sul	586.997	471	0,15	335,1	1.246,3	29,9
Centro-Oeste	121.057	59	0,22	150,3	2.051,8	13,8
Total - 2016	1.436.509	1.145	0,04	337,3	1.254,6	13,6
Total - 2015	1.759.909	1.097	0,04	351,6	1.604,3	17,1
Total - 2014	1.348.200	1.012	0,03	322,9	1.332,2	13,8

Fonte: SNIS-RS, (2016).

**Figura 5** – Evolução da massa *per capita* de resíduos sólidos coletada pelo serviço de coleta seletiva de RDO nos municípios participantes de 2014 a 2016.



Fonte: SNIS-RS, (2016).

É possível perceber de acordo com as Figuras 4 e 5, que a massa per capita de coleta seletiva de resíduos sólidos é muito pequena em relação ao potencial de produção de resíduos sólidos que o Brasil tem, e isso quer dizer que a sustentabilidade é algo que apesar de ser de suma importância, ainda não tem a atenção e o investimento necessários para que se desenvolva em maiores proporções.

## 2.4 Desmatamento

Segundo Geist e Lambin (2001), as causas dos desmatamentos nas florestas tropicais não podem ser reduzidas a uma única variável, pelo contrário, existem combinações de vários fatores que favorecem a degradação ambiental, tais como: o comércio de madeiras, a interação entre a expansão agrícola, crescimento populacional e a construção de estradas, governança pública, e que podem interagir de maneira diferente, dependendo da dinâmica temporal e espacial de cada região.

Margulis (2003), afirma que a principal fonte dos desmatamentos é a extração da madeira, e que os custos ambientais relacionados são tão elevados que tornam irracionais quaisquer atividades causadoras de desmatamento.

Para Fearnside (2005), a perda de produtividade, a erosão, a compactação do solo, e a exaustão dos nutrientes estão entre os impactos mais óbvios do desmatamento, porém pode-se observar muitos outros impactos ambientais que afetam direta e indiretamente o planeta Terra.

Segundo o INPE – Instituto Nacional de Pesquisas Espaciais (2018), o Brasil teve a maior taxa de desmatamento da década. A Figura 6 apresenta a taxa de desmatamento estimada na amazônia em km<sup>2</sup> nos últimos anos.

**Figura 6** – Taxa de desmatamento estimada na Amazônia em Km<sup>2</sup>.



Fonte: INPE, (2018).

De acordo com o Pensamento Verde (2013), a produção de madeira plástica colabora com o meio ambiente, reduzindo o desmatamento e retirando o plástico descartado dos aterros e das ruas.

## 2.5 Compósitos poliméricos

De acordo com Gay (1991) o compósito é um material formado pela junção de dois ou mais materiais com características distintas, porém quando o mesmo é analisado de macroscopicamente, é homogêneo, podendo possuir fibras longas ou curtas

Os compósitos compreendem uma classe de materiais que a cada dia ganha mais importância tecnológica e sua preparação visa imprimir melhores propriedades aos materiais. Quando um material é preparado usando materiais de natureza distinta é denominado

compósito. O concreto que apresenta uma boa resistência à compressão e baixa resistência à tração pode formar um compósito com o aço, que tem boa resistência à tração (Bledzki *et al*, 2001).

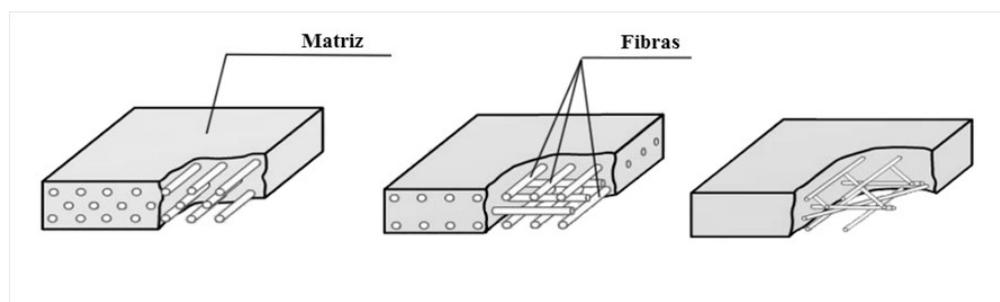
Também é possível achar compósitos naturais, como a madeira, onde suas células apresentam lignina o que traz características como alta resistência à impactos, compressão e dobra. Segundo Silva, Bevitori, Lopes e Monteiro (2011), sendo um material multifásico, um compósito exibe além das propriedades inerentes de cada constituinte, propriedades intermediárias decorrentes da formação de uma região interfacial. O compósito se divide em duas fases, matriz (pode ser de cerâmica, polimérica ou metálica) e a fase dispersa (pode ser fibras ou partículas que servem como carga).

Em concordância com Félix (2013), em relação a estrutura dos compósitos, os materiais que podem compor esse tipo de material, podem ser classificados em dois tipos: matriz e reforço.

- **Matriz:** esse tipo, é o que confere estrutura ao material compósito, preenchendo os espaços vazios que ficam entre os materiais reforços e mantendo-os em suas posições relativas.
- **Reforço:** os materiais reforços, também chamados de fase dispersa, são os que realçam propriedades mecânicas, eletromagnéticas ou químicas do material compósito como um todo.

Pode ainda surgir uma sinergia entre materiais matriz e materiais reforços que resulte, no material compósito final, em propriedades não existentes nos materiais originais. A Figura 7 ilustra a estrutura dos materiais compósitos, com alguns possíveis arranjos.

**Figura 7** - Estrutura de materiais compósitos com alguns dos possíveis arranjos das fibras/reforço.



**Fonte:** Biscainho, (2017).

De acordo com Biscainho (2017), o tipo de matriz e de fibras depende das características desejadas, sempre levando em consideração o preço. Por exemplo, as fibras de vidro são mais baratas que as fibras de carbono, mas as fibras de carbono normalmente são utilizadas quando propriedades mecânicas e alta performance são obrigatórias para o material, como em aeronaves.

Ainda segundo Biscainho (2017), o que torna os materiais compósitos tão versáteis e importantes é justamente o fato de combinarem as características de dois materiais diferentes. Mais especificamente, eles combinam as baixas densidades dos polímeros com as altas propriedades mecânicas das fibras. O mais interessante é que ao comparar unicamente as densidades dos materiais compósitos com a densidade dos polímeros, a densidade dos polímeros é mais baixa. No entanto, os polímeros sozinhos não conseguem conferir certas propriedades mecânicas que os materiais compósitos, por terem as fibras, conferem. Da mesma forma, comparando-se as propriedades mecânicas, muitas vezes as propriedades mecânicas das fibras são melhores que aquelas do material compósito, mas as fibras são muito mais densas.

Ou seja, a vantagem determinante do compósito é a complementação da matriz com as características do reforço e a sua baixa densidade, o que permite a aplicação em várias áreas, além de contar com uma redução nos custos de produção e consumo de energia.

Conforme Ventura (2009), o grupo mais importante de compósitos em termos de desempenho e campo de aplicações é o de matriz polimérica (PMC – Polymer Matrix Composites), geralmente constituídos por uma resina polimérica como fase matriz, e fibras como reforço.

Um material polimérico pode ser considerado como constituído por muitas partes, unidas ou ligadas quimicamente entre si, de modo a formar um sólido. Este grupo de materiais encontra-se dividido em dois, dependendo, a sua classificação do modo como estão ligados quimicamente e estruturalmente: estes podem ser termoplásticos ou termorrígidos/termofixos.

Em conformidade com Bledzki e Gassan (1999), o reforço dos compósitos tipo fibra tem despertado grande interesse em engenheiros atuantes em diversos setores como automotivo, da construção mecânica, metalúrgica, farmacêutico, naval, aeronáutica, aeroespacial entre outras. Uma vez que a forma fibrosa de um material possui elevada resistência à tração e alto módulo de elasticidade, este material pode ser usado em conjunto com uma matriz que, além de envolver e proteger a fibra, a mesma se deforma sob a ação de uma força e lhe distribui a tensão, impedindo a propagação de falhas.

Em concordância com Oliveira, Becker e Amico (2013), a presença de vazios é um importante fator a afetar as propriedades de compósitos poliméricos. Existem várias causas para a formação de vazios, entre elas, o aprisionamento de gás (frequentemente gás úmido) durante o processo de impregnação dos reforços fibrosos com resina e os voláteis gerados durante a formulação da resina.

Para complementar o compósito, são adicionados os aditivos, que são utilizados para preencher os vazios entre a matriz e os reforços, e isso pode mudar algumas características básicas do produto final, como gerar mais rigidez, impermeabilização, defesa contra agentes oxidantes, dentre vários outros.

A utilização e aplicação de compósitos nas mais variadas áreas da construção civil, urbanismo e arquitetura vem crescendo a cada dia, e quanto maior a busca pelo uso de produtos sustentáveis e formas de desenvolvimento ecologicamente corretas, maior é a pesquisa e produção de materiais compósitos.

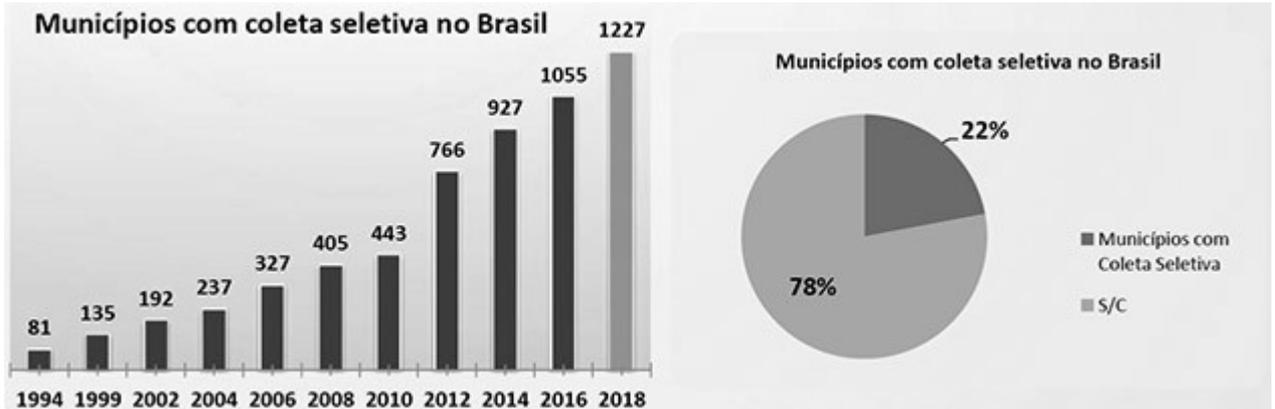
## **2.6 Processos de produção**

Segundo o SBRT (2013), o processo de fabricação pode chegar a 60% do custo total de um compósito, portanto é preciso uma maior atenção, com finalidade de aperfeiçoar as etapas e causar menor impacto no preço final do produto.

Inicia-se a produção de madeira plástica com a coleta da matéria-prima: lixo. Dentre todos os plásticos os mais utilizados são o polietileno de baixa densidade e polietileno de alta densidade. Quando o plástico é separado antes de ir para os aterros, vem mais limpo, já que não será misturado com outras substâncias, com isso é essencial ter uma estrutura de coleta seletiva (GUAMÁ, 2008).

Dados da pesquisa CicloSoft 2018, demonstram que 22% dos municípios brasileiros operam programas de coleta seletiva, a Figura 8 aponta a evolução da coleta seletiva nos municípios brasileiros.

**Figura 8** – Municípios com coleta seletiva no Brasil.



Fonte: CicloSoft, (2018).

Depois de coletado, o plástico é separado por gênero. Em seguida o plástico é lavado e moído, formando grânulos.

A terceira etapa consiste no reprocessamento do plástico. Os grânulos são levados para a extrusora, onde serão fundidos e homogêneos. Existem inúmeros tipos e tamanhos de extrusora (SBRT, 2013).

Paula e Costa (2008), cita que, o processo produtivo da madeira plástica é feito basicamente por extrusão contínua e os equipamentos necessários para este processo são uma máquina para a mistura do plástico com a serragem (ou resíduos de algodão, papel, pneus, fibra de vidro, fibra de coco, fibra de cana-de-açúcar) e uma prensa extrusora. Encontra-se na Figura 9, uma extrusora do tipo monorosca ADL.

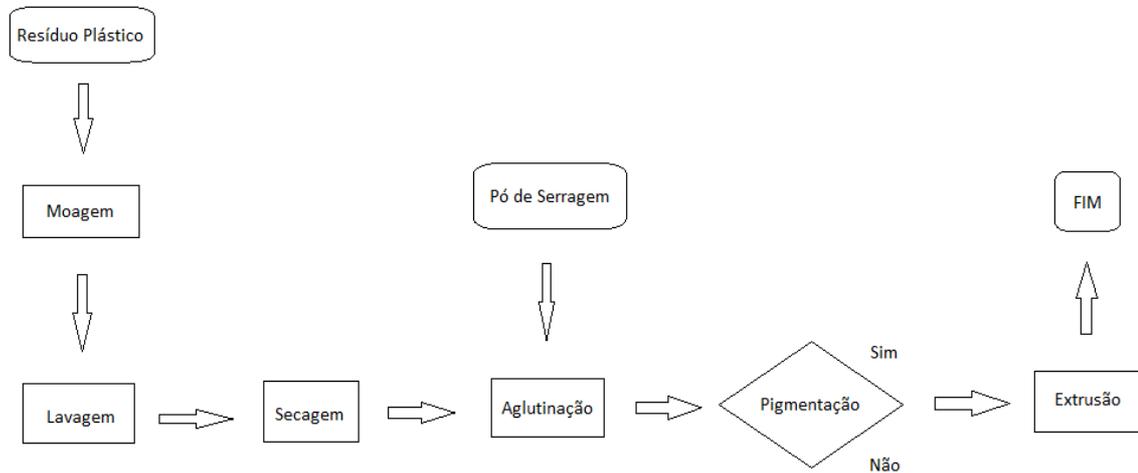
**Figura 9** – Extrusora monorosca ADL.



Fonte: Automação e Reciclagem – ADL.

O fluxograma ilustrado na Figura 10, esclarece o processo de fabricação da madeira plástica utilizando o sistema de extrusão contínua.

**Figura 10** – Fluxograma processo de fabricação da madeira plástica.



Fonte: Paula e Costa, (2008).

## 2.7 Madeira plástica

### 2.7.1 Aplicações

Segundo a SBRT – Serviço Brasileiro de Respostas Técnicas (2013), e o SEBRAE (2015), a madeira plástica tem uma alta aplicabilidade, como em:

- Cercas.
- Currais.
- Postes.
- Tabuas.
- Bancos de praça.
- Mourões.
- Piers.
- Pallets.
- Portões.

- Playgrounds.
- Cruzeta de poste.
- Painéis.
- Acoradouros.
- Móveis.
- Deck de piscinas.
- Ofurôs.
- Saunas.
- Spas.
- Áreas de duchas.
- Lixeiras.
- Pranchas para produção de blocos de concreto.
- Fôrmas para pilares e vigas.
- Pisos.
- Rodapés.
- Esquadrias.
- Andaimos.
- Revestimentos térmicos e acústicos.
- Pátios.
- Varandas.
- Áreas molhadas.
- Paisagismo e jardins.
- Decoração de áreas externas.
- Hortas residenciais.

### *2.7.2 Pontos Positivos*

Segundo a SBRT (2013), é um produto totalmente reciclado e reciclável, e não agride o meio ambiente, além de remover resíduos sólidos descartados inadequadamente nele e reduzir o desmatamento. A falta de necessidade e gastos com manutenção e com vernizes tem feito o investimento em longo prazo ser bastante viável. Além disso, a madeira plástica não empena, não racha, não trinca, não solta farpas.

Durante o seu manejo é possível utilizar as mesmas ferramentas usadas na madeira comum, ela pode ser parafusada, pregada, cortada, furada e pintada. Ela é resistente a corrosões, resistente a impactos, não absorve umidade, absorve pouco calor, possui baixa dilatação térmica, não propaga chamas, não é um material tóxico, não apodrece e é imune a insetos e pragas.

Esse compósito é bastante interessante devido à sua facilidade de limpeza, apenas água e sabão, e por ser aparentemente semelhante à madeira comum, onde pode ser produzida com uma melhor estabilidade dimensional e em perfis de diversas formas.

### *2.7.3 Pontos negativos*

De acordo com o SEBRAE (2015), o uso da madeira plástica ainda não se acentuou no mercado brasileiro devido à falta de informações sobre seus benefícios e vantagens. Outra desvantagem é seu investimento inicial ser mais elevado.

## **3 METODOLOGIA**

Nesse estudo analisou-se a sustentabilidade do compósito plástico-madeira com base no seu relato ambiental e econômico. Foi projetado um conjunto de lixeiras para a coleta seletiva e um jogo de uma mesa com dois bancos, ambas projetadas tanto para o uso da madeira plástica, quanto para o uso da madeira comum.

No projeto básico de lixeiras para a coleta seletiva e no projeto para a mesa e os bancos foi realizado um orçamento em duas empresas produtoras de madeira plástica, uma no estado de Minas Gerais, e a outra no estado do Rio Grande do sul, para comparação, e também foi realizado o orçamento para comparação ao utilizar a madeira comum. O jogo de lixeiras possui cinco reservatórios para o lixo, separados em papel, plástico, vidro, metal e matéria orgânica. Os reservatórios foram projetados em madeira plástica, com suporte de metal e tampa plástica.

Para o cálculo dos gastos com as ferragens, foi feita uma média de valores de serralheiros consultados na cidade de Teófilo Otoni - MG. As tampas das lixeiras são de plástico e possuem 50 cm de diâmetro. O valor médio de compra do kit com as cinco tampas, com as cores e símbolos da coleta seletiva foi determinado através de sites comerciais.

Montou-se uma tabela comparativa entre os valores dos perfis de duas empresas da madeira plástica, em relação com a empresa de madeira comum. O orçamento da produção com a madeira comum foi realizado a partir de uma média de valores de serrarias localizadas também na cidade de Teófilo Otoni.

Realizou-se uma análise econômica na produção de um jogo de mesa com dois bancos. Os bancos e as mesas foram projetados com a utilização de ferramentas comuns usadas no manejo da madeira, e a utilização de parafusos para a sua fixação.

Para a quantidade necessária de perfis para a produção de um jogo de mesa e dois bancos feito do compósito, foi constatada necessária a utilização de 4 perfis comerciais para cada banco e 10 perfis para a mesa. Sendo eles facilmente cortados e manejados durante a sua produção.

Elaborou-se uma tabela comparativa entre os valores dos perfis de duas empresas da madeira plástica para a produção da mesa com os bancos, em relação à madeira comum. O orçamento da produção com a madeira comum foi realizado uma média de valores de serrarias na cidade de Teófilo Otoni.

## **4 RESULTADOS E DISCUSSÕES**

### **4.1 Projeto de lixeiras para coleta seletiva**

As medidas dos perfis utilizados no projeto para a produção do conjunto de lixeiras para coleta seletiva, foi projetado com base nas medidas comerciais de mercado, sendo encontrado perfis de 2980x95x25 mm na empresa 1 de 2960x100x25 mm na empresa 2. A madeira comum possui perfis comerciais de 3000x100x25 mm.

Cada perfil comercial pode ser dividido em quatro perfis laterais ou em 6 perfis inferiores para o conjunto de lixeiras. Onde indica a necessidade da utilização de 60 perfis de 750x100x25 mm para as laterais das lixeiras e 10 perfis de 500x100x25 mm para a parte inferior das lixeiras. Ao analisar a quantidade necessária de perfis para a produção do jogo de lixeiras, foi constatado necessária a quantidade de 17 perfis comerciais. Sendo eles facilmente cortados e manejados na produção. Na Figura 11 ilustra o projeto para lixeiras para coleta seletiva.

**Figura 11** – Projeto de lixeiras para coleta seletiva.



**Fonte:** Própria (Sketchup, 2016).

Na empresa 1, a adequação do projeto foi realizada para os perfis de 2980x95x25 mm, onde serão utilizados 17 perfis para o conjunto de lixeiras. Os perfis serão divididos em 60 perfis laterais de 745x95x25 mm e 10 perfis inferiores de 490x95x25 mm. Foi orçado um valor de R\$ 66,11 por perfil, com um total de R\$ 1.123,87 para os 17 perfis.

Na a empresa 2, a adequação do projeto foi realizada para os perfis de 2960x100x25 mm, em que serão utilizados 17 perfis para o conjunto de lixeiras. Eles serão divididos em 60 perfis laterais de 740x100x25 mm e 10 perfis inferiores de 490x100x25 mm. Foi orçado um valor de R\$ 55,50 para cada perfil, com um total de R\$ 943,50 para os 17 perfis.

A empresa 3, responsável pelo orçamento da madeira comum, a adequação do projeto foi realizada para os perfis de 3000x100x25 mm, em que serão utilizados 17 perfis para o conjunto de lixeiras. Eles serão divididos em 60 perfis laterais de 750x100x25 mm e 10 perfis inferiores de 500x100x25 mm. Foi orçado um valor de R\$ 24,90 para cada perfil, com um total de R\$ 423,30 para os 17 perfis.

O valor do perfil da madeira comum é em média 50% mais barata que a madeira plástica. Este valor mostra apenas o valor do material, sendo ainda necessário gastos com o acabamento final do produto e a sua manutenção no decorrer do tempo.

Para realizar o acabamento do material para o uso nas lixeiras foi determinado um valor de R\$ 300,00 para lixar e envernizar a madeira comum, esse valor foi determinado através de uma média aproximada de valores encontrados com marceneiros e serralheiros em Teófilo Otoni. A composição dos perfis de madeira plástica já vem com o acabamento feito, pronto para montagem.

A madeira plástica necessita apenas de limpeza com água e sabão no decorrer do tempo, no entanto a madeira comum irá deteriorar-se com o tempo, necessitando de uma

manutenção periódica. Na Tabela 2 é mostrado o orçamento para realização do projeto do conjunto de lixeiras para coleta seletiva de madeira plástica e de madeira comum.

**Tabela 1** – Orçamento do conjunto de lixeiras para coleta seletiva.

Material	Empresa 1 (madeira plástica)	Empresa 2 (madeira plástica)	Empresa 3 (madeira comum)
Gastos com ferragens	R\$ 128,00	R\$ 128,00	R\$ 128,00
Tampas das lixeiras	R\$ 180,00	R\$ 180,00	R\$ 180,00
Valor do perfil	R\$ 66,11 (2980x95x25) mm	R\$ 55,50 (2960x100x25) mm	R\$ 24,90 (3000x100x25) mm
Valor total do material lateral e inferior	R\$ 1.123,87	R\$ 943,50	R\$ 423,30
Acabamento e manutenção anual	R\$ 0,00	R\$ 0,00	R\$ 300,00
Valor total do conjunto de lixeiras	R\$ 1431,87	R\$ 1251,5	R\$ 1031,3

Analisando a empresa 1, na qual obtive o orçamento mais elevado, ela possui um valor 28% superior em relação a madeira comum ao analisar todo o produto, e ao considerar apenas os gastos com material, acabamentos e manutenção anual a madeira plástica está 36% acima.

A empresa 2 apresentou um valor 20% maior em relação a empresa de madeira comum, quando considerado todo o produto. Ao analisar apenas os gastos com material, acabamentos e manutenção anual o valor determinado foi 24% acima.

O valor final médio do conjunto de lixeiras de madeira plástica é R\$ 1341,69, cerca de 25% a mais que o conjunto feito de madeira comum. Ao analisar apenas os aspectos de acabamento, manutenção e valor do material, sem analisar os gastos com ferragens e tampas, o valor utilizando a madeira comum está cerca de 30% abaixo do valor utilizando madeira plástica, e considerando a sua manutenção referente ao período de um ano.

## 4.2 Projeto do jogo de mesa com dois bancos

As medidas dos perfis utilizados no projeto para a produção do jogo de mesa com dois bancos, foi projetado com base nas medidas comerciais de mercado, sendo encontrado perfis de 2980x95x25 mm na empresa 1, e de 2960x100x25 mm na empresa 2. A madeira comum possui perfis comerciais de 3000x100x25 mm. Na Figura 12 ilustra o projeto do jogo de mesa com dois bancos.

**Figura 12** – Projeto do jogo de mesa com dois bancos.



**Fonte:** Própia (Sketchup, 2016).

Na empresa 1, a adequação do projeto foi realizada para os perfis de 2980x95x25 mm, em que serão utilizados 20 perfis para o jogo de uma mesa com dois bancos. Os perfis utilizados na mesa serão divididos em 14 perfis de 1490x95x25 mm, 4 perfis laterais de 995x95x25 mm e 4 perfis para os pés de 700x95x25 mm. Para os dois bancos o projeto estipula 12 perfis de 1490x95x25 mm e 16 perfis com 400x95x25 mm. Foi orçado um valor de R\$ 66,11 por perfil, com um total de R\$ 1.322,20 para os 20 perfis comerciais a serem utilizados.

Para a empresa 2, a adequação do projeto foi realizada para os perfis de 2960x100x25 mm, em que serão utilizados 20 perfis para o jogo de uma mesa com dois bancos. Os perfis utilizados na mesa serão divididos em 14 perfis de 1480x100x25 mm, 4 perfis laterais de 990x100x25 mm e 4 perfis para os pés de 700x100x25 mm. Para os dois bancos o projeto estipula 12 perfis de 1480x100x25 mm e 16 perfis com 400x100x25 mm. Foi orçado um valor de R\$ 55,50 por perfil, com um total de R\$ 1.110,00 referentes aos 20 perfis comerciais a serem utilizados.

Para a empresa 3, responsável por fornecer a madeira comum, a adequação do projeto foi realizada para os perfis de 3000x100x25 mm, em que serão utilizados 20 perfis de madeira para o conjunto com uma mesa e dois bancos. Os perfis utilizados na mesa serão divididos em 14 perfis de 1500x100x25 mm, 4 perfis laterais de 1000x100x25 mm e 4 perfis para os pés de 700x100x25 mm. Para os dois bancos o projeto estipula 12 perfis de 1500x100x25 mm e 16 perfis com 400x100x25 mm. Foi orçado um valor de R\$ 24,90 por perfil, com um total de R\$ 498,00 referentes aos 20 perfis comerciais a serem utilizados.

Como material extra foi orçado um valor de R\$150,00 para os parafusos, pregos e colantes para a fixação da mesa e dos bancos. Também foi determinado um valor de R\$ 300,00 ao ano com os acabamentos iniciais e a manutenção anual da mesa com os bancos, os valores foram determinados em consulta a comércios na região de Teófilo Otoni. Na Tabela 3 é mostrado o orçamento do jogo de mesa com dois bancos de madeira plástica e de madeira comum.

**Tabela 2** – Orçamento do jogo de uma mesa com dois bancos.

Material	Empresa 1 (madeira plástica)	Empresa 2 (madeira plástica)	Empresa 3 (madeira comum)
Gastos com parafusos e pregos	R\$ 150,00	R\$ 150,00	R\$ 150,00
Valor do perfil	R\$ 66,11 (2980x95x25) mm	R\$ 55,50 (2960x100x25) mm	R\$ 24,90 (3000x100x25) mm
Valor total do material	R\$ 1.322,20	R\$ 1.110,00	R\$ 498,00
Acabamento e manutenção anual	R\$ 0,00	R\$ 0,00	R\$ 300,00
Valor total do conjunto de mesa e dois bancos	R\$ 1.472,20	R\$ 1.260,00	R\$ 948,00

Para a empresa 1, na qual o valor foi o mais elevado entre as três empresas, ela possui um valor 36% superior em relação a madeira comum, e ao considerar apenas os gastos com material, acabamentos e manutenção anual a madeira plástica está 39% acima.

A empresa 2 apresentou um valor 25% maior em relação a empresa de madeira comum, quando considerado todo o produto. Ao analisar apenas os gastos com material, acabamentos e manutenção anual o valor determinado foi 28% superior.

O preço final médio do jogo com uma mesa e dois bancos de madeira plástica é R\$ 1366,10, 31% a mais que o conjunto feito de madeira comum. Ao analisar apenas os aspectos de acabamento, manutenção e valor do material, sem analisar os gastos com os parafusos, pregos e colantes, o valor utilizando a madeira comum está cerca de 34% abaixo do valor utilizando madeira plástica, e considerando a sua manutenção referente ao período de um ano.

## **5 CONSIDERAÇÕES FINAIS**

O objetivo inicialmente definido no trabalho é evidenciar a madeira plástica para o seu uso no urbanismo e na construção civil. A madeira plástica é reciclada e reciclável, ela retira os resíduos plásticos do meio ambiente, se mostrando totalmente sustentável.

O processo produtivo é de certa forma trivial, com a matéria prima, reforços e aditivos passando pelo processo de extrusão sendo que o traço da madeira plástica é composto por no mínimo 50% de plástico reciclado, e devido a isso, um sistema de reciclagem e coleta seletiva eficaz é de suma importância para a produção deste composto.

A utilização da madeira plástica tende a uma diminuição de desmatamentos, se tornando uma interessante substituição para a madeira comum. Ela pode ser produzida nas cores esteticamente desejadas e é trabalhada com as mesmas ferramentas que a madeira comum. Ela não é tóxica, é resistente a corrosões e impactos, não absorve umidade, não propaga chamas, entre outras diversas vantagens.

O valor encontrado com o estudo econômico do composto mostra um valor de 25 a 35% a mais na utilização do composto como substituição da madeira comum, levando em conta a necessidade de gastos com acabamentos e manutenção referente ao período de um ano para a madeira convencional.

Espera-se que este trabalho possa contribuir para o ensino da ciência e engenharia. Como requisitos para conclusão do curso de Engenharia Civil da Universidade Federal dos Vales do Jequitinhonha e Mucuri – UFVJM.

## REFERÊNCIAS

ABNT - Associação Brasileira de Normas Técnicas. Disponível em: <<http://www.abnt.org.br>>. Acessado em Julho de 2018.

ABNT - Associação Brasileira de Normas Técnicas. **NBR 13.230 – Embalagens e acondicionamento plásticos recicláveis: Identificação e Simbologia**. Rio de Janeiro, 2008.

ADL – Automação e Reciclagem. Disponível em: <<http://adlbtu.com.br/br/>>. Acessado em Julho de 2018.

BISCAINHO C. A. **Materiais compósitos: um dos maiores avanços**. IFP School. França. 2017. Disponível em < [www.betaeq.com.br](http://www.betaeq.com.br) >. Acessado em janeiro de 2019.

BLEDZKI, A. K. GASSAN, J. **Composites Reinforced With Cellulose-Based Fibers**. 1999.

BLEDZKI, A. K., ZHANG, W. & CHATE, A. **Composites Science and Technology**. 2001.

CEMPRE - O Compromisso Empresarial para Reciclagem. Disponível em: <<http://www.cempre.org.br/>>. São Paulo. Acessado em Julho de 2018.

CEMPRE - O Compromisso Empresarial para Reciclagem. **Pesquisa CicloSoft 2018**. São Paulo, 2018. Disponível em: <<http://cempre.org.br/ciclosft/id/9>>. Acessado em Dezembro de 2018.

CHEUNG, K.; CHENG, V. **Designing for Sustainability of Building: Hong Kong**, contexto em: World Sustainable Building Conference. Melbourne, 2008.

DAMASCENO, S. M. B. *et al.* **Sustentabilidade no foco da inovação. Revista Gestão Industrial.** V. 07 n.03. pag. 120-134. Paraná, 2º semestre de 2011. Disponível em: <<https://periodicos.utfpr.edu.br/>>. Acessado em Dezembro de 2018.

FEARNSIDE, Philip M. **Desmatamento na Amazônia brasileira: história índices e consequências.** Manaus, Amazonas. Julho de 2005.

FÉLIX. C.V.P. **Materiais compósitos.** 2013.

FORLIN, F. S., FARIA, J. A. F. **Considerações Sobre a Reciclagem de Embalagens Plásticas.** Departamento de Tecnologia de Alimentos, FEA, UNICAMP, 2002.

GAY, D. **Matériaux Composites.** Editions Hermes Paris, France. 1991.

GUAMÁ, F. F. M. C., COSTA, R. V. A., ROCHA, H. L., ISENSEE, F. V., FUTURO, L. L. **Lixo plástico: de sua produção até a madeira plástica.** ENEGEP. Rio de Janeiro. 2008.

GORNI, A. A. **Introdução aos Plásticos.** Revista plástico industrial, 2003. Disponível em: <<http://www.gorni.eng.br/intropol.html>>. Acessado em novembro de 2018.

GEIST, H. J. e LAMBIN, E. F. **What drives tropical deforestation?** LUCC Report Series No. 4. Land Use and Land Cover Change, International Geosphere-Biosphere Programme. 2001.

INPE – Instituto Nacional de Pesquisas Espaciais. 2018. Disponível em <<http://www.obt.inpe.br/prodes/dashboard/prodes-rates.html>>. Acessado em Janeiro de 2018.

IBGE – Instituto Brasileiro de Geografia e estatística. Diretoria de Pesquisas, Coordenação de População e Indicadores Sociais. **Pesquisa Nacional de Saneamento Básico.** 2008.

JACOBI. P. **Educação ambiental, cidadania e sustentabilidade.** 2003.

MARGULIS, Sergio. **Causas do desmatamento da Amazônia Brasileira.** 1ª edição. Brasília, junho de 2003.

NASCIMENTO, Elimar P. **Trajectoria da sustentabilidade: do ambiental ao social, do social ao econômico.** 2012.

OLIVEIRA, A., BECKER, C. M., AMICO, S. C. **Efeito de Aditivos Desaerantes nas Características de Compósitos de Epóxi/Fibras de Vidro.** 2013.

PASSATORE, Claudio R. **Química dos Polímeros: 3º módulo – Técnico em Química.** São Paulo, 1º semestre de 2013.

PAULA, R. M., COSTA, D. L. **Madeira Plástica: Aliando Tecnologia e Sustentabilidade.** In: XII Encontro Latino Americano de Iniciação Científica. 2008. Disponível em: <[http://www.inicepg.univap.br/cd/INIC\\_2008/anais/arquivosEPG/EPG01083\\_04\\_O.pdf](http://www.inicepg.univap.br/cd/INIC_2008/anais/arquivosEPG/EPG01083_04_O.pdf)>. Acessado em Dezembro de 2018.

PENSAMENTO VERDE. **Meio Ambiente: Os benefícios da madeira plástica para o meio ambiente.** Novembro de 2013. Disponível em: <<https://www.pensamentoverde.com.br/meio-ambiente/beneficios-madeira-plastica-meio-ambiente//>>. Acessado em Novembro de 2018.

PLATT, Brenda, LENT, Tom, WALSH, Bill. **The Heathy Building Network's: Guide to plastic lumber.** Junho de 2005.

PLASTICS EUROPE. **Plastics – the facts 2013. An analysis of European latest plastics production, demand and waste data.** Disponível em: <<http://www.plasticseurope.org/information-centre/news/latest-news/access-plasticsstatistics.aspx>>. Acessado em Setembro de 2018.

PLONSKI, Guilherme A. **Bases para um movimento pela inovação tecnológica no Brasil.** São Paulo, março de 2005.

REIS, D. R. **Gestão da inovação tecnológica.** São Paulo. 2004.

REIS, Juliana M. **O desenvolvimento sustentável e a reciclagem do alumínio.** Universidade Federal do Paraná – UFPr. Curitiba, 2013.

SÁNCHEZ, Tirso W. Sáenz, PAULA, Maria Carlota de Souza. **Parcelas estratégicas: estratégias para ciência, tecnologia e inovação.** Número 13. São Paulo, dezembro de 2001.

SBRT - SERVIÇO BRASILEIRO DE RESPOSTAS TÉCNICAS. **Dossiê técnico: Madeira plástica.** Maio de 2013. Disponível em: <[www.respostatecnica.org.br](http://www.respostatecnica.org.br)>. Acessado em Outubro de 2018.

SEBRAE. **Madeira Plástica: muitas vantagens e inúmeras aplicabilidades ampliam mercado.** 2015. Disponível em: < <http://www.sebraemercados.com.br/madeira-plastica-muitas-vantagens-e-inumeras-aplicabilidades-ampliam-mercado/>>. Acessado em Agosto de 2018.

SILVA, I. L. A., BEVITORI, A. B., LOPES, F. P., MONTEIRO, D. S.N. **Pullout teste of jute fiber to evaluate the interface shear stress in polyester composites.** TMS. 2011

SILVA. J. A., CARMO. M. I. **Aplicação da análise SWOT na elaboração de diagnóstico organizacional de uma editora universitária.** Disponível em: < <http://correio.fdvmg.edu.br/>>. Outubro de 2009.

SNIS – Sistema Nacional de Informações Sobre Saneamento. Ministério do Desenvolvimento Regional. **Diagnóstico do manejo de Resíduos Sólidos Urbanos. 2016.**

VENTURA, A. M. F. M. **Os Compósitos e a sua aplicação na Reabilitação de Estruturas metálicas.** Departamento de Engenharia Química e Biológica, Instituto Superior Técnico. 2009.

WWF-BRASIL – World Wildlife Found Brasil. Disponível em: < <http://www.worldwildlife.org/>>. Acessado em Julho de 2018.

WWF-BRASIL – World Wildlife Found Brasil. **Projeto Plástico Vale Ouro.** 2016. Disponível em: < <http://www.worldwildlife.org/plasticovaleouro/>>. Acessado em Julho de 2018.

ZANIN, M., MANCINI, S. D. **Resíduos plásticos e reciclagem: aspectos gerais e tecnologia.** 2ª edição, UFSCar. 2015.

## **ANEXO 1 - AUTORIZAÇÃO**

Autorizo a reprodução e/ou divulgação total ou parcial do presente trabalho, por qualquer meio convencional ou eletrônico, desde que citada a fonte.

---

Marcos Vinícios Rossi de Figueiredo Filho  
marcos1991rossi@gmail.com

---

Pedro Henrique Jardim Reis  
pedrojardimreis@yahoo.com.br

