

ANÁLISE SOBRE UTILIZAÇÃO DA MADEIRA PLÁSTICA: APLICAÇÃO DOS PRINCÍPIOS DO MODELO DE ECONOMIA CIRCULAR

Haroldo Lacerda de Brito,
Universidade Federal de Minas Gerais,
haroldobrito@ufmg.br

Henriqueta Bernardes,
Universidade Federal de Minas Gerais,
bernardeshenriqueta@ufmg.br

Nathalia Stephanie Oliveira Nascimento,
Universidade Federal de Minas Gerais,
nathaliason@ufmg.br

Paloma dos Santos Moreira,
Universidade Federal de Minas Gerais,
palomadm@ufmg.br

RESUMO

Nos últimos anos, temas ligados à proteção ambiental têm ganhado destaque devido ao crescimento exorbitante no lançamento de novos produtos e modelos no mercado global, acarretando, conseqüentemente, em um maior número de descarte desses produtos, seja em pontos autorizados ou até mesmo no meio ambiente. O presente trabalho tem por objetivo apresentar a madeira plástica como fator sustentável de desenvolvimento e mostrar o seu processo produtivo. O procedimento metodológico utilizado foi a pesquisa bibliográfica de caráter descritivo, e adota abordagem qualitativa. Nos resultados obtidos observa-se que a madeira plástica consegue substituir a madeira convencional e obter melhores resultados em termos de durabilidade e sustentabilidade, tornando-se uma alternativa inteligente e que alia muito bem a inovação e ao meio ambiente.

Palavras-chave: Sustentabilidade; Madeira Plástica; Economia Circular.

1 INTRODUÇÃO

Novas tecnologias tendem a amenizar os impactos humanos, como a utilização de energias renováveis, a reciclagem de diversos produtos e, principalmente nas indústrias, percebe-se formas de melhorar o relacionamento entre o desenvolvimento e a preservação ambiental (LEITE, 2009).

Para Vieira, Soares e Soares (2009) a utilização de processos reversos é uma medida socioambiental importante nas indústrias, visto que, pode ser implantada pelas organizações, garantindo o acompanhamento do produto durante todo seu ciclo de vida até o retorno à origem.

No cenário industrial é crescente a quantidade de produtos usados ou que não foram consumidos, que requerem a atividade da logística reversa, equacionando o seu retorno ao ciclo produtivo através da reciclagem.

Inicialmente, as questões ambientais se destacaram na década de setenta, com a alta pressão da sociedade sobre os processos ecologicamente corretos. Segundo Pinto (2016), a madeira plástica surgiu nesse contexto na Europa, e só começou a ser reconhecida no Brasil vinte anos após, como um material que poderia substituir a madeira natural, ganhando assim, seu lugar no mercado. Sua composição ecológica é feita através de um processo versátil, podendo ser realizado de várias formas, devido à grande quantidade de plásticos que são empregados em sua produção.

Nesse sentido, o propósito do trabalho é realizar uma análise da viabilidade da produção da madeira plástica por meio de resíduos de plástico e resíduos da indústria madeireira, além disso, comparar através dos princípios da Economia Circular as características de desempenho e atributos ambientais da madeira plástica em comparação ao desempenho à madeira natural.

2 REVISÃO DA LITERATURA

Nesta seção, serão abordadas as temáticas que serviram de embasamento teórico para o artigo, as terminologias apresentadas por alguns autores a respeito Economia Circular, Logística Reversa, Sustentabilidade e sobre a utilização da Madeira Plástica.

2.1 Economia Circular

O conceito de economia circular constitui uma resposta à pressão crescente que a produção e o consumo desempenham sobre o ambiente e os recursos mundiais. A maioria dos produtos que utilizamos ao longo das nossas vidas, são oriundos de materiais valiosos, e quando esses produtos deixam de ser necessários ou se esgotam, são descartados como resíduos (Comissão Europeia, 2014).

Segundo dados da ALBREPE (2020), em 2010 a geração de resíduos era de 66,7 milhões de toneladas, e em 2019, esse número aumentou para 79,1 milhões. E que cada indivíduo brasileiro produz em média 379,2 kg de lixo por ano, o que corresponde a mais de 1 kg por dia.

Até então a economia funcionava com base em um modelo linear de recolha, produção

e eliminação, mas diante esse crescimento exponencial de geração de resíduos, a economia circular ganhou destaque, com o intuito de reutilizar, renovar, reparar e reciclar os produtos e materiais já existentes, assim, desse modo o que era visto como resíduo pode ser transformado em um recurso, além disso as atividades econômicas podem redefinir cadeias de fornecimento integrais, visando à eficiência e circularidade dos recursos (Comissão Europeia , 2014). Na abordagem do “berço ao berço”, mais conhecido em inglês como *Cradle to Cradle*, não há um final de vida para produtos e sim um novo início, por meio de sua reinserção em novos processos. A abordagem procura o desenho mais eficaz realizável dos produtos, maximizando os impactos positivos e reduzindo os impactos negativos ao meio ambiente (FEM, 2013).

Segundo a Fundação Ellen MacArthur, o modelo circular se baseia em três princípios: eliminar resíduos e poluição desde o princípio, manter produtos e materiais em uso e regenerar sistemas naturais. A fundação identificou quatro blocos de construção essenciais de uma economia circular, sendo eles:

1. Design de economia circular: O design deve facilitar o reuso, a reciclagem e o aproveitamento de produtos em múltiplos ciclos. Um design circular atraente deve considerar a seleção de materiais, componentes padronizados, produtos projetados para durabilidade, um design que facilite a separação ou reuso de produtos e materiais, e critérios de design para fabricação que considerem possíveis aplicações de coprodutos e resíduos.
2. Novos modelos de negócio: Modelos de negócios inovadores são necessários para substituição dos modelos existentes e para a captura de novas oportunidades.
3. Ciclos reversos: Para criar valor a partir de materiais e produtos usados, é necessário coletá-los e devolvê-los à sua origem. A logística reversa e os métodos de tratamento possibilitam o retorno desses materiais ao mercado.
4. Condições viabilizadoras e condições sistêmicas favoráveis: A colaboração efetiva entre cadeias de valor e setores é essencial para o estabelecimento de um sistema circular de larga escala. As condições viabilizadoras incluem colaboração, revisão de incentivos, estabelecimento de regras ambientais internacionais adequadas, liderança por exemplo e com foco em escala e agilidade, acesso a financiamento.

2.2 Madeira Natural

Guimarães (2013), descreve a madeira como um material resistente que tem utilização comum, para fins estruturais e sustentação em diversos tipos de construções. Trata-se de um

material baseado em compostos químicos onde se destaca principalmente o carbono com 50% e o oxigênio com 43%. A Celulose e a Lignina são os principais componentes e as respectivas proporções dependerá da espécie da árvore utilizada na fabricação.

As árvores produtoras da madeira são perenes e lenhosas, apresentam caules de grandes dimensões que crescem e viram troncos em decorrência da idade da planta. Devido a grande disponibilidade e características apresentadas, a madeira foi pioneira como material utilizado pela humanidade e apresenta uma grande utilização, desde matéria-prima para múltiplos outros produtos até fornecimento de energia para processos produtivos.

Apesar de não serem espécies nativas do Brasil, o pinus e eucalipto são as principais madeiras escolhidas, pelo setor industrial, para o cultivo, plantação e certificação. A escolha é devido ao rápido crescimento, simplicidade no manejo e ao grande retorno comercial que oferecem (ALMEIDA, 2020). A figura 1 demonstra os produtos a partir da madeira natural e suas principais características.

Figura 1 – Produtos de madeira e suas principais características

Tipo de Madeira	Formas de obtenção	Aplicações
Madeira Roliço	Produto com menor grau de processamento da madeira. Consiste de um segmento do fuste da árvore, obtido por cortes transversais (traçamento) ou mesmo sem esses cortes (varas: peças longas de pequeno diâmetro). Na maior parte dos casos a casca não é retirada.	Utilizadas em escoramentos de lajes e construção de andaimes. Em construções rurais, é frequente o seu uso em estruturas de telhado e postes de energia elétrica.
Madeira Serrada	Produzida em unidades industriais - serrarias - onde as toras são processadas mecanicamente, transformando a peça originalmente cilíndrica em peças quadrangulares ou retangulares, de menor dimensão.	Pranchão, prancha, viga, vigota, taibro, tábuas, sarrafo, ripa, dormente, pontalete e bloco.
Madeira Beneficiada	A madeira beneficiada é obtida pela usinagem das peças serradas, agregando valor às mesmas.	Assoalho, forro, batente, rodapé e taco.
Madeira em Lâminas	As lâminas de madeira são obtidas por um processo de fabricação que se inicia com o cozimento das toras de madeira e seu posterior corte em lâminas. Os dois métodos para a produção são o torneamento e o faqueamento.	Revestimento de divisórias, com fins decorativos.
Painéis	Surgiram da necessidade de amenizar as variações dimensionais da madeira maciça, diminuir seu peso e custo e manter as propriedades isolantes, térmicas e acústicas. Suprem uma necessidade reconhecida no uso da madeira serrada e ampliam a sua superfície útil, por meio da expansão da largura para otimizar a sua aplicação.	Compensado, chapa dura, MDF (medium density fiberboard), HDF (high density fiberboards), chapas de partículas - aglomerado, MDP (chapa de partículas de média densidade), OSB (painéis de partículas orientadas)

Fonte: Guimarães (2013)

2.3 Madeira Plástica

De acordo com Pinto (2016), em meados da década de setenta, surgiu na Europa a

primeira noção sobre a madeira plástica, porém somente após vinte anos os mercados começaram a aceitar esta nova forma de tecnologia. Com isso a madeira plástica ganhou seu lugar no mercado, principalmente nos Estados Unidos. Já no Brasil a novidade chegou aproximadamente entre a década de 90, e foi no Instituto de Macromoléculas da Universidade Federal do Rio de Janeiro que a Professora Eloisa Mano realizou as primeiras pesquisas sobre a madeira plástica juntamente com o Diretório de Projetos Tecnológicos da Universidade Estadual Paulista.

O Brasil ainda é limitante na utilização dessa tecnologia, o fato é que as pessoas desconhecem a presença de tal produto no mercado. Percebe-se que ainda há uma falta de conhecimento das pessoas em relação à existência desse produto (ROCHA, 2007).

No intuito de reduzir o impacto do descarte de rejeitos sólidos no meio ambiente e reduzir a utilização da madeira natural na fabricação de móveis, foi desenvolvida a madeira plástica. Com o avanço das pesquisas e novas tecnologias, foi possível realizar o aprimoramento do produto atribuindo inúmeros formatos utilizados para as mais diversas aplicações (PAULA; COSTA, 2017).

2.3.1 Propriedades e Características da Madeira Plástica

A princípio, a madeira plástica tem seu aspecto semelhante à madeira natural e incorpora ao ambiente uma ornamentação rústica nos mais diversos tons possíveis. Amaral (2009) constata que, nas propriedades particulares da mesma, a madeira plástica se mostra bastante útil sendo caracterizada pela sua dureza e alta resistência à umidade, superando os resultados apresentados pela madeira natural.

Como descrito por Oliveira *et. al.* (2005), a madeira plástica é composta por matéria-prima proveniente do lixo plástico reciclado, utiliza-se variados tipos de plásticos na fabricação da mesma, sendo:

- A. Polietileno de Alta Densidade, que são utilizados como embalagens para o vinagre, álcool, engradados de cerveja;
- B. Polietileno de Baixa Densidade, utilizados em sacos industriais;
- C. Polietileno Tereftalato, utilizados em embalagens de sucos, refrigerantes e produtos de limpeza;

D. Policloreto de Vinila, conhecido pela sigla PVC, que são usados em conexões e tubos para água, calçados e Polipropilenos encontrados em seringas descartáveis e potes de manteiga.

Além desses plásticos é adicionado fibras vegetais, tais como a serragem de madeira, fibra de coco, bambu, borra de café, sabugo de milho, casca de arroz, algodão, folhas, e mais uma infinidade de outras fibras (MOLINA *et al.*, 2009).

2.3.2 Processo de Fabricação

Para a produção, os equipamentos necessários são uma máquina para a mistura do plástico com a serragem (ou outra mistura que venha a ser utilizada) e uma prensa extrusora. O importante do processo de fabricação, é a realização de forma sustentável, utilizando materiais descartados e que levariam muito tempo para se decompor no meio ambiente, o que auxilia na redução das agressões à natureza.

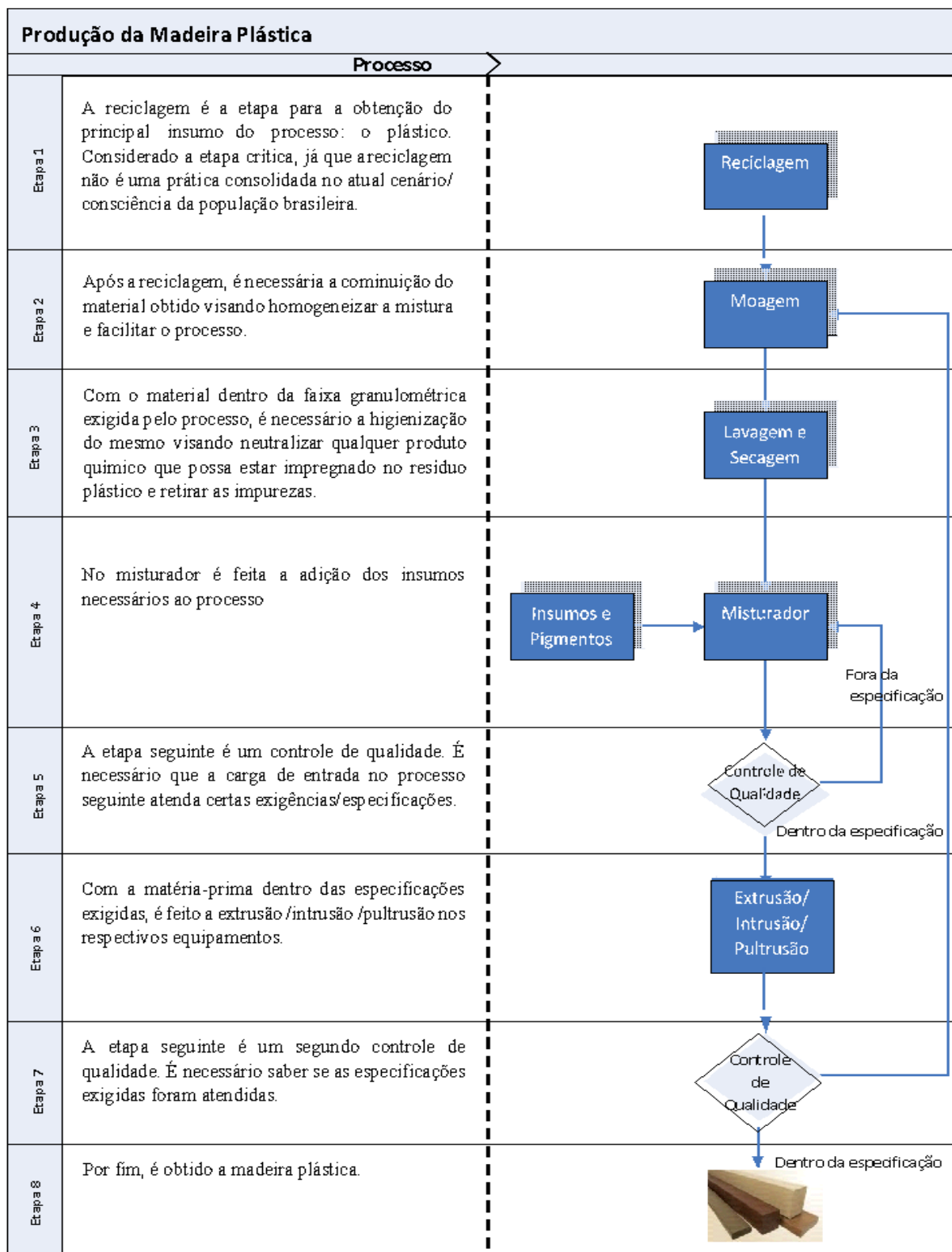
Paula e Costa (2017), afirmam que a fabricação da madeira ecológica requer sabedoria nas áreas de misturas e processamento de polímeros, e também é preciso uma avaliação da cadeia reversa, que compõem as etapas da coleta do material, lavagem, moagem, identificação dos plásticos e processamento.

2.3.2.1 Etapas do processo de fabricação da madeira plástica

O processo de fabricação da madeira plástica é dividido pelas seguintes etapas: reciclagem do plástico, moagem, lavagem e secagem, mistura dos insumos necessários para o processo, extrusão, intrusão e pultrusão. Conforme detalhado no fluxograma na Figura 2.

É importante citar que no processo produtivo não há desperdício de água, visto que toda água utilizada é tratada e reintroduzida no processo. A madeira plástica pode ser considerada como um produto 100% ecológico levando em consideração também o seu processo de fabricação. Uma empresa com capacidade de produção de 200 t/mês, em 6 anos de produção, evita o corte de 180.000 árvores, o que equivale a 400 campos de futebol cobertos de florestas (JORNAL DA GLOBO, 2012).

Figura 2 – Fluxograma da Produção da Madeira Plástica



Fonte: Adaptado de Guimarães (2013).

2.3.3 Aplicações da Madeira Plástica

O produto já é bastante utilizado no setor moveleiro, especialmente em bancos e cadeiras de jardins para casas, parques e praças pelo fato de apresentar melhor durabilidade comparado a madeira natural (TRIGUEIRO; BOCARDI, 2012). O autor complementa que o produto também é utilizado nas áreas de transportes rodoviário e ferroviário, agropecuária e na fabricação de embalagens

Pires *et al.* (2007) aponta uma outra forma de utilização na produção de decks, pois necessitam de uma maior resistência contra cupins e ao apodrecimento conforme demonstrado na figura 3. Além disso, testes apontam que a madeira plástica quando molhada é menos escorregadia quando comparada à madeira natural.

Figura 3 – Comparação da madeira plástica com a madeira convencional



Fonte: Ecopex (2021).

2.4 Legislação

No processo de produção da madeira plástica são utilizados, na maior parte, subprodutos de plásticos. Devido a característica desse insumo, as legislações consideradas estão diretamente relacionadas ao manuseio e a reciclagem descrita na norma NBR15792:2010. As questões de licenciamento ambiental para o processo produtivo, por sua vez, estão mais envolvidas com processos industriais que geram resíduos e que necessitam de controle para não provocar danos ao meio ambiente. (SERVIÇO BRASILEIRO DE RESPOSTAS TÉCNICAS, 2012).

A geração de resíduos no processo de produção da madeira plástica é mínimo, podendo

ser considerado nulo, visto que, o resíduo da madeira plástica tem a possibilidade de ser reinserido no processo para a produção de mais madeira, não ocorrendo o descarte ou agressão ambiental.

3 PROCEDIMENTOS METODOLÓGICOS

Levando-se em consideração o objetivo da presente pesquisa, a abordagem sobre o processo de fabricação e utilização da Madeira Plástica quanto aos fins, o procedimento técnico aplicado foi a pesquisa bibliográfica de caráter descritivo. Assim, a pesquisa foi embasada em bibliografias disponíveis sobre o tema em questão, visando o levantamento do referencial teórico, e pesquisas realizadas, cases e outros. Quanto à abordagem, o presente trabalho foi classificado como qualitativo.

4 DISCUSSÃO E ANÁLISE DOS DADOS

Para realização da análise dos dados realizamos a matriz S.W.O.T. e uma avaliação das práticas de economia circular identificadas no sistema produtivo da madeira plástica.

4.1 Matriz S.W.O.T.

A matriz S.W.O.T., a qual as siglas significam: *Strengths* (forças), *Weaknesses* (fraquezas), *Opportunities* (oportunidades) e *Threats* (ameaças), serve em geral para organizar e realizar o mapeamento das informações dos ambientes internos e externos. A figura 4 demonstra a matriz aplicada ao negócio da madeira plástica.

Figura 4 – Matriz de S.W.O.T para a madeira plástica

FORÇAS	FRAQUEZAS
Produto Sustentável Ciclo de vida elevado	Custo de produção elevado Falta de conhecimento das pessoas sobre o produto
Produto reciclado e reciclável Diminui o volume de resíduos sólidos destinados para aterros	Fornecedores de matéria-prima não formalizados Poucos estudos técnicos de formulação e desenvolvimento
Produto inovador	Controle de qualidade nas empresas
Baixo custo de manutenção	Gastos elevados com energia
Boa processabilidade Pressão dos produtos ambientalmente sustentáveis	
Gera empregos diretos e indiretos	
AMEAÇAS	OPORTUNIDADES
Preço das matérias-primas	Fortalecimento de parcerias com universidades
Preço dos equipamentos de produção	Coleta seletiva
Restrição da matéria-prima Custos em geral 30% maior frente a madeira convencional	Incentivos fiscais Conscientização da população
Mercado ilegal da madeira convencional	Aderência ao sustentável
Catadores na ilegalidade	Cooperativas de beneficiamento
Empresas na informalidade	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 dos produtos sustentáveis
	Incentivos para compra e financiamento de equipamentos
	Fortalecer parcerias com prefeituras
	Fortalecer a Logística Reversa
	Tendência à redução do desmatamento das florestas
	Melhoria das condições socioeconômicas da população

Fonte: Adaptado de Almeida (2013).

4.2 Economia circular e madeira plástica

A madeira plástica é composta por matéria-prima proveniente do lixo plástico reciclado, sendo utilizado na sua produção materiais descartados e que levariam muito tempo para se decompor no meio ambiente. Além disso, a geração de resíduos no processo de produção da madeira plástica é mínimo, podendo ser considerado nulo, visto que, o resíduo da madeira plástica tem a possibilidade de ser reinserido no processo para a produção de mais madeira, não ocorrendo o descarte ou agressão ambiental. Outro ponto a destacar é a ausência de desperdício

de água no processo produtivo, visto que toda água utilizada é tratada e reintroduzida no processo.

Quanto a manter os produtos e materiais em uso, a madeira plástica possui um ciclo de vida elevado, o que permite que o produto seja utilizado por um longo período de tempo, comparado à madeira natural em termos de durabilidade. Possui baixo custo de manutenção e se trata de um produto reciclado e reciclável.

O design da madeira plástica permite a manutenção, o reuso e a reciclagem do material. Características essenciais no design da economia circular. Por se tratar de um produto inovador e ainda pouco conhecido, em relação ao público brasileiro, a indústria da madeira plástica pode ser considerada um modelo de negócio inovador e com oportunidades de melhorias.

Os ciclos reversos são parte fundamental da indústria da madeira plástica, uma vez que a logística reversa possibilita a aquisição da matéria prima do produto. Quanto às condições viabilizadoras, a madeira plástica ainda carece de incentivos, como uma coleta seletiva mais ampla e incentivos fiscais.

5 CONCLUSÕES

O produto mostra ser uma tendência para o futuro, com características atrativas em comparação à madeira natural. Nos resultados obtidos observa-se que uma das principais dificuldades para sua produção em escala industrial é seu alto valor de investimento se comparado à madeira natural. Pesquisas de Trigueiro e Bocardi (2012) demonstrou que, em termos de preço, a madeira plástica é, em média, 30% mais cara se comparada ao preço de madeira nobres.

A madeira plástica poderá no futuro, substituir a madeira natural e obter melhores resultados em termos de durabilidade e sustentabilidade, visto que não absorve umidade, são resistentes a agentes químicos, baixo consumo energético em sua produção, não requer proteção como seladoras e vernizes, fácil instalação, não apresenta farpas, não são atacadas por cupins ou fungos e pode voltar a extrusora e se transformar novamente em madeira plástica no final de vida. Todas essas características tornam o produto como uma alternativa inteligente e que, alinha muito bem a inovação e o meio ambiente.

Conclui-se que o grande favorecido, com a utilização do material alternativo, será a humanidade, que com a preservação do meio ambiente, será beneficiada diretamente com ganhos incalculáveis para toda a sociedade. Com o aumento de produção da madeira plástica

ocorrerá diminuição de lixos sólidos descartados no ambiente, incentivando a reciclagem e, evitando assim, o desmatamento de inúmeras árvores. A redução da destinação de materiais para os aterros sanitários, garantirá a preservação do lençol freático também, o que favorece a preservação da saúde de todos (NAZÁRIO *et.al.*, 2017).

REFERÊNCIAS

ABIPLAST, Associação Brasileira dos Produtores de Plásticos. Perfil 2016. São Paulo. Disponível em: < http://www.abiplast.org.br/wp-content/uploads/2019/03/cartilha_reciclabilidade_abiplast_web.pdf> Acesso em: 03 jun. 2021.

ALBREPE. Panorama dos Resíduos Sólidos do Brasil 2020. Disponível em: <<https://abrelpe.org.br/panorama-2020/>>. Acesso em: 01 ago. 2021.

ALMEIDA, Aquiles Bezerra. Madeira Plástica: Estudo de Viabilidade Técnico e Econômico a Partir do Resíduo Sólido. 2013. 155 f. **Dissertação de Mestrado – Universidade Federal do Rio Grande Do Sul**. Disponível em: <<https://lume.ufrgs.br/bitstream/handle/10183/103730/000936957.pdf?sequence=1&isAllowed=y>>. Acesso em: 13 ago. 2021.

Escola de Engenharia- Escola de Engenharia, Porto Alegre, 2013. Disponível em: < https://repositorio.ufmg.br/bitstream/1843/BUOS-9K5J28/1/disserta_o_de_mestrado_revf.pdf>. Acesso em: 10 ago. 2021.

AMARAL, G. A. Estudo da Influência da natureza das cargas nas propriedades da madeira plástica. 2009. 69 f. **Trabalho de Conclusão de Curso (Graduação em Engenharia de Materiais)** – Escola de Engenharia, Universidade Federal do Rio Grande do Sul, Porto Alegre, 2009. Disponível em: <<http://www.lume.ufrgs.br/bitstream/handle/10183/24743/000747660.pdf?sequence=1>>. Acesso em: 03 jun. 2021.

COMISSÃO EUROPEIA. A economia circular: interligação, criação e conservação de valor. Direcção Geral do Ambiente: Comissão Europeia, 2014. Disponível em: <<https://op.europa.eu/el/publication-detail/-/publication/c8cfd1ae-6285-40ba-879f-f2e78e4c2b6e/language-pt/format-PDF>> . Acesso em: 02 ago. 2021.

DORNIER, Philippe Pierre et al. **Logística e operações globais: textos e casos**. São Paulo: Atlas, 2000.

FRAZÃO, R.; PENEDA, C.; FERNANDES, R.(2003). Adoptar a perspectiva de ciclo de vida. Lisbon, Portugal: Cadernos do. INETI, National Institute of Engineering, Technology Innovation.

FUNDAÇÃO ELLEN MACARTHUR. Disponível em: <<https://archive.ellenmacarthurfoundation.org/pt/economia-circular/diagrama-sistematico>> .

Acesso em: 16 ago. 2021.

FUNDAÇÃO ELLEN MACARTHUR. Towards the circular economy - Vol. 2: Opportunities for the consumer goods sector. Isle of Wight: EMF, 2013.

GIOVANELLI, Anderson. Triple bottom line ou tripé da sustentabilidade. Sustentabilidade, 15 de jun. 2015. Disponível em: < <https://logisticareversa.org/triple-bottom-line-ou-tripe-da-sustentabilidade/>>. Acesso em: 03 jun. 2021.

GUIMARÃES, Luiz Felipe Cerceau. Avaliação dos Aspectos Técnicos e Econômicos na Produção de Madeira Plástica por Meio da Utilização de Materiais Reciclados. 2013. 125 f. **Dissertação de Mestrado – Universidade Federal de Minas Gerais - Escola de Engenharia**, Belo Horizonte, 2013. Disponível em: < https://repositorio.ufmg.br/bitstream/1843/BUOS-9KSJ28/1/disserta__o_de_mestrado_revf.pdf>. Acesso em: 10 ago. 2021.

JORNAL DA GLOBO. **Processo de fabricação da madeira plástica**. 2012. Disponível em: <https://www.youtube.com/watch?v=eiDTp2tgrzs>. Acesso em: 12 ago. 2021.

LAKATOS, E. M.; MARCONI, M. DE A. Técnicas de Pesquisa. 7. ed. São Paulo: Atlas, 2015.

LEITE, P. R. Logística Reversa: Meio Ambiente e Competitividade. 2 ed., São Paulo, Editora Pearson, 2009.

MOLINA, J. C.; CARREIRA, M. R.; CALIL JÚNIOR., C. Análise do comportamento mecânico de perfis retangulares de madeira plástica (Wood Plastic Composite). **Minerva**, São Paulo, v. 6, n. 1, p. 47-57, jan./abr. 2009. Disponível em: <[http://www.fipai.org.br/Minerva%2006\(01\)%2006.pdf](http://www.fipai.org.br/Minerva%2006(01)%2006.pdf)>. Acesso em: 03 jun. 2021.

OHARA, Wilton Shigueaki. Estudo das propriedades mecânicas da madeira plástica. 2011. 1 CD-ROM. **Trabalho de conclusão de curso** (bacharelado - Engenharia Mecânica) – Universidade Estadual Paulista Júlio de Mesquita Filho, Faculdade de Engenharia de Guaratinguetá, 2011. Disponível em: <<http://hdl.handle.net/11449/120223>>. Acesso em: 03 jun. 2021.

OLIVEIRA, Evelyn Martins Reale de; OLIVEIRA, Emilly Martins Reale de; COSTA, Raissa Andrade. Dossiê Técnico – Madeira Plástica. Disponível em: <http://www.respostatecnica.org.br/dossie-tecnico/downloadsDT/Mjc2Nzg=> . Acesso em: 02 jun. 2021.

PAULA, Roberta M. De; COSTA, Daiane Leal. **Madeira Plástica: Aliando Tecnologia E Sustentabilidade**. Disponível em: <https://pt.scribd.com/document/56758376/Artigo-Madeira-Plastica> . Acesso em: 02 jun. 2021.

Programa das Nações Unidas para o Desenvolvimento (PNUD). **Objetivos de desenvolvimento sustentável**. Disponível em < <http://www.br.undp.org/content/brazil/pt/home/sustainable-development-goals.html>>. Acesso em: 12 ago. 2021.

PINTO, M. Madeira plástica tem praticamente todas as aplicações da natural – e vantagens. **Ambiente Brasil**. Disponível em:

<<http://noticias.ambientebrasil.com.br/exclusivas/2007/09/19/33587-exclusivomadeira-plastica-tem-praticamente-todas-as-aplicacoes-da-natural-e-vantagens.html>>. Acesso em: 03 jun. 2021.

ROCHA, J. A. Imawood: **madeira plástica feita de plástico**. set. 2007. Disponível em: <http://paulawienskoski.multiply.com/journal/item/186/186>. Acesso em: 04 jun. 2021.

SALOMÃO FILHO, Calixto. Regulação e concorrência: estudos e pareceres. São Paulo: Malheiros, 2002.

SANTILLI, M. O que significa mais de 26 mil km² devastados na Amazônia. Isa, 2005. Disponível em: <http://www.brasiloeste.com.br/noticia/1517/devastacao-amazonia>. Acesso em: 01 jun. 2021.

TEIXEIRA, D. Madeira plástica é o mais recente produto desenvolvido pelo Ibama. Agência Brasil, 2000. Disponível em: <http://www.radiobras.gov.br/ct/2000/materia_100300_1.htm>. Acesso em: 02 jul. 2021.

VIEIRA, K. N.; SOARES, T. O. R.; SOARES, L. R. A Logística Reversa do Lixo Tecnológico: um estudo sobre o projeto de coleta de lâmpadas, pilhas e baterias da BRASKEM. **Revista de Gestão Social e Ambiental**, v. 3, n. 3, p. 120–136, 2009.

VAN HEMEL, CG. (1998)Ecodesign empirically explored; design for environment in Dutch small and medium-sized enterprises. PhD Thesis, Technical University Delft. TRIGUEIRO, A.; BOCARDI, R. Madeira plástica evita derrubada de árvores para fabricar móveis. **Jornal da Globo**, Rio de Janeiro, 21 set. 2012. Disponível em: <<https://www12.senado.leg.br/noticias/infomaterias/2021/06/aumento-da-producao-de-lixo-no-brasil-requer-acao-coordenada-entre-governos-e-cooperativas-de-catadores>>._ Acesso em: 20 jul. 2021.