



## SUSTENTABILIDADE E ENGENHARIA CIVIL: O PAPEL TRANSFORMADOR DA MADEIRA PLÁSTICA

Antony Stevan Martins Marques, ESAMC-Campinas, antonystevan01@gmail.com  
Stefani Martins da Fonseca, PUC-Campinas, stefani.mf.puc@gmail.com

### Resumo

A Indústria Civil desempenha um importante papel econômico no país provendo bens e serviços para diversos setores, gerando renda e emprego. Dessa forma, o setor tem buscado maximizar recursos potencializando a viabilidade econômica, buscando alternativas para a exploração dos recursos naturais. Um dos produtos que vem ganhando cada vez mais espaço no mercado é a madeira plástica que, atualmente, tem crescido no mercado devido as vantagens que o produto oferece. O material é amplamente empregado na construção de estruturas externas devido à sua resistência a intempéries e baixa necessidade de manutenção. Portanto, como objetivo, o presente trabalho visa apresentar a viabilidade econômica e sustentável da matéria plástica no ramo da construção civil, no contexto socioeconômico do Brasil. O presente trabalho foi desenvolvido por meio de uma pesquisa bibliográfica, que se baseia em examinar a literatura científica para analisar o conhecimento existente acerca do tema. Os dados apontam que o processo de reutilização de resíduos está ocorrendo de forma gradual no Brasil. No entanto, para efetivar essa mudança, é essencial que o setor passe por uma transformação que vise à preservação dos recursos naturais, à proteção do meio ambiente e à promoção de uma melhor qualidade de vida, a longo prazo.

**Palavras-chave:** sustentabilidade na indústria civil, madeira plástica, resíduos sólidos.

### 1. Introdução

O termo lixo era entendido como qualquer resíduo descartável advindo de atividades antrópicas. No início do ano de 2023, a partir de um movimento criado por empresas e instituições, a palavra ganhou uma nova definição no Dicionário Houaiss da Língua Portuguesa que passou a ser compreendida como “Qualquer material que ainda não pode ser reciclado, reutilizado ou compostado”.

Entre os principais problemas que afetam o meio ambiente, encontram-se o descarte irregular e a produção indiscriminada de resíduos sólidos que causam a poluição da água, do ar e, principalmente, a contaminação do solo. No ano de 2022, foram geradas no Brasil cerca 81,8 milhões de toneladas de lixo, dos quais apenas 4% passaram pelo processo de reciclagem.

Oficialmente, saímos do estado de “aquecimento global”, e passamos para “ebulição global”, ocasionando uma crise ambiental de ampla e intensa implicação em aspectos sociais e econômicos. Essa emergência ecossistêmica global, tem alarmado e causado grande impacto

PUC-Campinas EESC USP Comitês PCJ

APRESENTAM:

# SUSTENTARE & WIPIS 2023

WORKSHOP INTERNACIONAL

SUSTENTABILIDADE, INDICADORES E GESTÃO DE RECURSOS HÍDRICOS

22/11 evento  
23/11 100% online  
24/11 e gratuito

nas indústrias de base (extrativistas), intermediárias (que coletam as matérias-primas processadas pelas indústrias de base) e de bens de consumo, que têm buscado formas alternativas e sustentáveis de gerir a matéria-prima e seus produtos.

A Indústria Civil desempenha um importante papel econômico no país provendo bens e serviços para diversos outros setores, gerando renda e emprego. Dessa forma, o setor tem buscado maximizar recursos potencializando a viabilidade econômica, buscando alternativas para a exploração dos recursos naturais. Uma vez que, são identificados desafios ambientais desde a extração da matéria-prima em depósitos naturais até o encaminhamento final adequado dos resíduos.

Um dos produtos que vem ganhando cada vez mais espaço no mercado é a madeira plástica. Constituída a partir de resíduos sólidos como plásticos, fibras naturais, serragem e PVC (policloreto de vinil), a partir da reciclagem desses materiais, promovendo a reutilização deles. Portanto, como objetivo, o presente trabalho visa apresentar a viabilidade econômica e sustentável da matéria plástica no ramo da construção civil, no contexto socioeconômico do Brasil.

Esta revisão justifica-se pelo atual cenário de colapso ecológico global, bem como à urgência de encontrar abordagens alternativas para o aproveitamento dos recursos naturais nos setores de grande relevância socioeconômica.

## 2. Fundamentação teórica

### Indústria Civil e Sustentabilidade

No ano de 2015, foram instituídos pela ONU (Organização das Nações Unidas), os Objetivos de Desenvolvimento Sustentável (ODS) que buscam desvincular o crescimento econômico da pobreza, da desigualdade e das mudanças climáticas até o ano de 2030 (THE NEW CLIMATE ECONOMY<sup>9</sup>, 2016).

Dentre esses objetivos estão a construção de edificações com infraestrutura sustentável, adaptáveis e resilientes às mudanças climáticas e com emissão zero de carbono. Com 1.555 construções registradas e 641 certificadas no modelo “*Green Building Councils*”, o Brasil encontra-se em quinto lugar no *ranking* mundial de sustentabilidade nesta categoria. Entre as edificações encontram-se moradias, indústrias, hospitais, bairros e distritos (GBC<sup>5</sup>, 2023). O setor da construção civil desempenha um papel significativo não apenas no desenvolvimento de construções, mas também na prevenção, redução e reciclagem de resíduos gerados por suas operações.

Segundo a ONU, as edificações são responsáveis por cerca de 30% das emissões de gases de efeito estufa a nível global, participando ativamente das mudanças climáticas. Podendo, dessa forma, reverter esse dado aderindo à medidas sustentáveis como, por exemplo, a implementação e fabricação de produtos reciclados para construção de obras (GBC<sup>4</sup>, 2020).

PUC-Campinas EESC USP Comitês PCJ

APRESENTAM:

# SUSTENTARE & WIPIS2023

WORKSHOP INTERNACIONAL

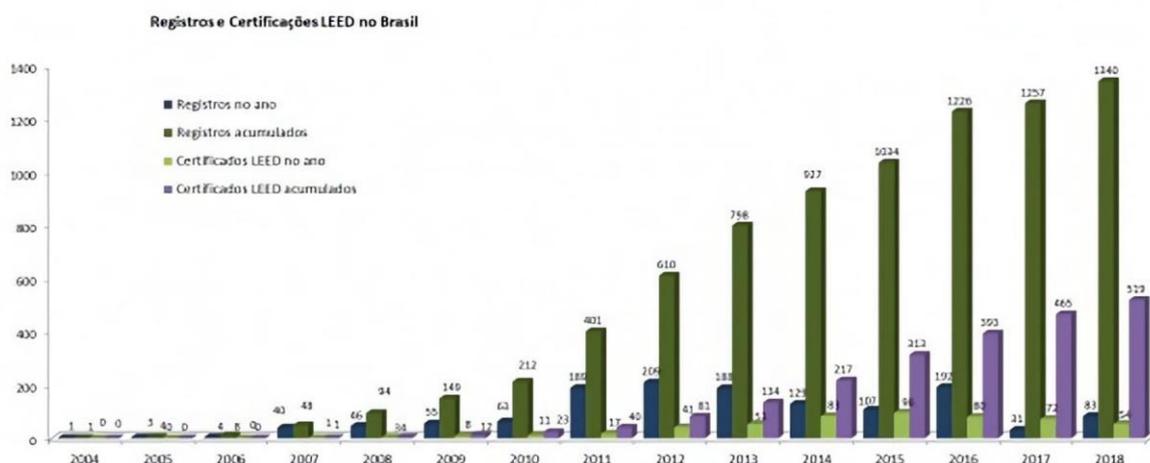
SUSTENTABILIDADE, INDICADORES E GESTÃO DE RECURSOS HÍDRICOS

22/11 evento  
23/11 100% online  
24/11 e gratuito

Em 2015, aconteceu na cidade de Paris o primeiro “*Buildings Day*” (Dia dos Edifícios) da COP 21, onde foi fechado um acordo entre organizações públicas e privadas com o objetivo em comum de reduzir o impacto negativo ocasionado no planeta através das construções (CONSELHO DE ARQUITETURA E URBANISMO DO BRASIL<sup>2</sup>, 2020).

Com o reconhecimento do papel da ação humana neste contexto, tem-se buscado maneiras de conciliar o desenvolvimento urbano e a preservação do meio ambiente. Garantindo o avanço socioeconômico e ecológico, principalmente, nas grandes metrópoles onde o problema é mais grave (ZANGALLI JR<sup>10</sup>, Paulo Cesar, 2013). A mudança pode ser observada através do crescente número de registros e certificações LEED (*Leadership in Energy and Environmental Design*) no país, como mostra o gráfico abaixo.

Gráfico 1 - crescimento de Edificações LEED no Brasil



Fonte: GBC Brasil, 2018.

## Uso da Madeira pela Indústria Civil

A indústria civil tem uma longa história de utilização da madeira como material de construção, devido as suas características naturais, versatilidade e apelo estético causando um grande impacto neste material de origem responsável (GBC<sup>4</sup>, 2020).

O efeito que as ações antrópicas exercem com drásticas consequências tem ressaltado a importância de buscar abordagens mais sustentáveis para o desenvolvimento, particularmente no contexto da construção civil. Que quando se trata, mais especificamente, dos materiais de construção, incluindo a madeira, podemos perceber as implicações adversas do uso intensivo sob o meio ambiente (LYKIDIS, C.; GRIGORIOU, A.<sup>6</sup>, 2011).

PUC-Campinas EESC USP Comitês PCJ

APRESENTAM:

# SUSTENTARE & WIPIS 2023

WORKSHOP INTERNACIONAL

SUSTENTABILIDADE, INDICADORES E GESTÃO DE RECURSOS HÍDRICOS

22/11 evento  
23/11 100% online  
24/11 e gratuito

O uso de materiais adicionais para proteção, a necessidade de manutenção constante e a ausência de elementos reciclados em sua composição contribuíram para diminuir o índice de sustentabilidade da madeira. No entanto, a madeira emerge como uma protagonista no movimento pela sustentabilidade, uma vez que, além de ser um recurso renovável, as variedades certificadas atualmente provêm de plantios planejados, cujo objetivo é a preservação das florestas nativas (BISSOLI-DALVI, Márcia et al, 2017).

No entanto, é importante notar que o uso sustentável do material requer práticas responsáveis de manejo florestal, certificações adequadas (como a Certificação FSC) e a consideração das implicações ambientais ao longo de todo o ciclo da madeira desde sua extração até o produto final (FOREST STEWARDSHIP COUNCIL<sup>3</sup>, 2015).

Além disso, a madeira pode não ser adequada para todas as aplicações devido a requisitos de resistência, durabilidade ou códigos de construção locais. Portanto, a escolha do material deve ser baseada nas necessidades específicas de cada projeto. Com isso, a madeira plástica tem ganhado cada vez mais espaço no mercado, pois, quando usada de maneira consciente, pode continuar a desempenhar um papel crucial na construção de estruturas modernas e sustentáveis, fornecendo maior durabilidade e resistência em comparação com a madeira natural, além de, reduzir o descarte de resíduos que são usados como matéria-prima em sua fabricação (NAZÁRIO, Gabriel Fernando; *et al*<sup>8</sup>, 2016).

### O Potencial da Madeira Plástica em Construções

De acordo com a "American Society for Testing and Materials" (ASTM), o termo "madeira plástica" (*plastic lumber*) refere-se a produtos manufaturados nos quais o conteúdo de plástico representa mais de 50% do peso total (MARTINS; SUAREZ; MANO<sup>7</sup>, 1999).

A madeira plástica, provém de materiais pós-consumo e residuais, principalmente, o PEAD (polietileno de alta densidade), e PBDE (polietileno de baixa densidade), também são comumente incorporados minerais, fibras de vidro e fibras naturais, como a serragem. A combinação desses componentes resulta em um material biossintético que apresenta características semelhantes às da madeira natural, oferecendo diversas vantagens em termos de estrutura, sustentabilidade e economia (ARRUDA, 2007). O gráfico abaixo revela o percentual de polietileno utilizado na produção.



**Gráfico 2** - Porcentagem de Polietileno Utilizado na Produção da Madeira Plástica



Fonte: Autores, 2023.

O avanço das pesquisas relacionadas ao plástico reciclado tem revelado inovações surpreendentes, que se somam às reconhecidas vantagens da reutilização desse material. Há 107 anos, a empresa automobilística inglesa *Rolls-Royce* já fazia uso do plástico misturado ao pó de madeira na criação de algumas peças internas dos seus automóveis (ARRUDA, 2007).

Na década de 80, a utilização de compósitos plástico-madeira começou a ser adotada na produção de decks. Atualmente, seu uso vem crescendo devido as vantagens que o produto oferece. O material é amplamente empregado na construção de estruturas externas devido à sua resistência a intempéries e baixa necessidade de manutenção. (Brandt e Fridley, 2003). Por sua matéria-prima ser proveniente de resíduos sólidos, os custos para fabricação são reduzidos e e contribui para a mitigação das questões ambientais relacionadas à disposição de materiais utilizados (YAMAJI; BONDUELLE<sup>9</sup>, 2004)

No futuro, há uma expectativa de crescimento no uso do compósito plástico-madeira, uma vez que, com formulações específicas, é possível obter produtos com características que superam tanto o plástico quanto a madeira em termos de propriedades (KOENIG; YPKENS, 2002).

### 3. Metodologia

O presente trabalho foi desenvolvido por meio de uma pesquisa bibliográfica, que se baseia em examinar a literatura científica para identificar e analisar o conhecimento existente acerca de um tema específico. Foram levantados 30 artigos publicados no período de 2002 a 2023, dos quais 09 foram selecionados. Nas bases de dados *Google Scholar*, *SciELO* e *ResearchGate*. Utilizado os descritores “madeira plástica”, “madeira ecológica”. “sustentabilidade na engenharia civil”. Foram selecionados apenas os artigos relacionados a definição e aplicação da temática. Foram utilizados sites governamentais e de organizações como, a *Green Building Councils*.



#### 4. Resultados

É notória a necessidade premente de adotar práticas mais sustentáveis na indústria da construção civil, dada a crescente conscientização sobre o impacto causado pelas ações antrópicas. O futuro das construções passa pela adoção de materiais responsáveis, processos de fabricação ecologicamente corretos e pela contínua inovação na busca por alternativas que equilibrem o desenvolvimento econômico com a conservação do meio ambiente.

A madeira, um recurso natural de longa data na construção, emerge como uma alternativa promissora, desde que seja gerenciada de forma responsável, certificada e considerando o ciclo completo, desde sua extração até o produto final. A madeira plástica, por sua vez, se apresenta como uma solução moderna e eficaz, oferecendo benefícios substanciais em termos de durabilidade, resistência e economia, enquanto contribui para a redução de resíduos e questões ambientais.

A busca por materiais de construção sustentáveis e inovadores é fundamental para alcançar os Objetivos de Desenvolvimento Sustentável da ONU. No entanto, a escolha entre a madeira natural e a madeira plástica deve ser feita com base nas necessidades específicas de cada projeto, considerando requisitos de desempenho, localização e regulamentações locais. À medida que avançamos, é imperativo que a indústria da construção continue a explorar e adotar soluções que minimizem o impacto ambiental, contribuam para a preservação das florestas e promovam um futuro mais sustentável e equitativo para todos.

#### 5. Conclusões

Pesquisas efetuadas até o momento e as que estão em andamento demonstram que a indústria da construção civil é o setor da economia que mais consome recursos naturais, sendo também uma grande geradora de resíduos. Portanto, a reciclagem de resíduos de construção e demolição representa uma importante ferramenta para diminuir os impactos causados por essa indústria, e ao mesmo tempo, viabiliza a fabricação de materiais de construção mais baratos.

Os dados analisados indicam que o processo de reaproveitamento de resíduos está ocorrendo ainda lentamente no Brasil, e é essa mudança só será possível se ocorrer uma transformação do setor, com o objetivo de preservar os recursos naturais, proteger o meio ambiente e promover uma melhoria na qualidade de vida, especialmente a longo prazo.

#### 6. Referências bibliográficas

ARRUDA, R. A (2007). Avaliação de Possível Obtenção de Créditos de Carbono Através do Mecanismo de Desenvolvimento Limpo a Partir de Madeira Plástica de Polietileno e Fibra de



Coco, Dissertação (Mestrado). Universidade Federal do Rio de Janeiro, RJ. Disponível em: <https://buscaintegrada.ufrj.br/Record/aleph-UFR01-000680797>. Acesso em: 09 out. 2023.

BISSOLI-DALVI, M.; FERRES, S. C.; ALVAREZ, C. E.; FUICA, E. S.. Avaliação da Sustentabilidade da Madeira por Meio da Ferramenta ISMAS. **Floresta e Ambiente**, [S.L.], v. 24, p. 1-7, 16 out. 2017. FapUNIFESP (SciELO). <http://dx.doi.org/10.1590/2179-8087.077214>. Disponível em: <https://www.scielo.br/j/floram/a/SzNLsrL6ygMs33BRk4y83gM/?lang=pt>. Acesso em: 07 out. 2023.

BRANDT, C. W.; FRIDLEY, K. J. Effect of load rate on flexural properties of wood-plastic composites. **Wood and Fiber Science**, v.35, n.1,p.135-147, 2003. Disponível em: <https://wfs.swst.org/index.php/wfs/article/view/972>. Acesso em: 10 out. 2023.

CONSELHO DE ARQUITETURA E URBANISMO DO BRASIL (Brasil). **UIA Junta-Se A Aliança Global Para Conter Mudanças Climáticas**. 2015. Disponível em: <https://caubr.gov.br/uia-junta-se-a-alianca-global-para-conter-mudancas-climaticas/>. Acesso em: 06 out. 2015.

FOREST STEWARDSHIP COUNCIL. **O uso responsável da madeira e as certificações sustentáveis**. 2015. Disponível em: <https://br.fsc.org/br-pt/newsfeed/o-uso-responsavel-da-madeira-e-as-certificacoes-sustentaveis>. Acesso em: 08 out. 2023.

GREEN BUILDING COUNCIL BRASIL (Brasil). **Como as construções sustentáveis contribuem para os Objetivos de Desenvolvimento Sustentável da ONU?** 2020. Disponível em: [https://www.gbcbrazil.org.br/como-as-construcoes-sustentaveis-contribuem-para-os-objetivos-de-desenvolvimento-sustentavel-da-onu/?gclid=CjwKCAjw-KipBhBtEiwAWjgwrCL-CiI7NSEbiBQwWU-B8hvpTSIr7FfL9PnxAn2QV5s8wPqXTIf\\_1-hoCgPsQAvD\\_BwE](https://www.gbcbrazil.org.br/como-as-construcoes-sustentaveis-contribuem-para-os-objetivos-de-desenvolvimento-sustentavel-da-onu/?gclid=CjwKCAjw-KipBhBtEiwAWjgwrCL-CiI7NSEbiBQwWU-B8hvpTSIr7FfL9PnxAn2QV5s8wPqXTIf_1-hoCgPsQAvD_BwE). Acesso em: 07 out. 2023.

KOENIG, K. M.; SYPKENS, C. W. Wood-plastic composites for market share. **Wood and Wood Products**, v.107, n.5, p.49-58, 2002.

LYKIDIS, C; A GRIGORIOU,. Quality characteristics of hydrothermally recycled particleboards using various wood recovery parameters. **International Wood Products Journal**, [S.L.], v. 2, n. 1, p. 38-43, maio 2011. Informa UK Limited.



<http://dx.doi.org/10.1179/2042645311y.0000000002>. Disponível em: [https://www.researchgate.net/publication/233490970\\_Quality\\_characteristics\\_of\\_hydrothermally\\_recycled\\_particleboards\\_using\\_various\\_wood\\_recovery\\_parameters](https://www.researchgate.net/publication/233490970_Quality_characteristics_of_hydrothermally_recycled_particleboards_using_various_wood_recovery_parameters). Acesso em: 07 out. 2023.

MARTINS, A. F.; SUAREZ, J. C. M.; MANO, E. B.. Produtos poliolefinicos reciclados com desempenho superior aos materiais virgens correspondentes. **Polímeros**, [S.L.], v. 9, n. 4, p. 27-32, dez. 1999. FapUNIFESP (SciELO). <http://dx.doi.org/10.1590/s0104-14281999000400005>. Disponível em: <https://www.scielo.br/j/po/a/KyxbH-MXypB8CfSGnynWD99w/?format=html>. Acesso em: 08 out. 2023.

NAZÁRIO, G. F. *et al.* MADEIRA PLÁSTICA: uma revisão conceitual. **Revista Engenharia em Ação Uniletoledo**, Araçatuba, v. 01, n. 1, p. 54-71, dez. 2016. Disponível em: <http://ojs.toledo.br/index.php/engenharias/article/view/71/34>. Acesso em: 08 out. 2023.

NEW Climate Economy: The Sustainable Infrastructure Imperative. The Sustainable Infrastructure Imperative. 2023. Disponível em: <https://newclimateeconomy.report/2016/a-roadmap-for-financing-sustainable-infrastructure/>. Acesso em: 09 out. 2023.

YAMAJI, F. M.; BONDUELLE, A. UTILIZAÇÃO DA SERRAGEM NA PRODUÇÃO DE COMPÓSITOS PLÁSTICO-MADEIRA. **Floresta**, [S.L.], v. 34, n. 1, p. 58-66, 30 abr. 2004. Universidade Federal do Parana. <http://dx.doi.org/10.5380/rf.v34i1.2375>. Disponível em: [https://www.researchgate.net/publication/268400952\\_UTILIZACAO\\_DA\\_SERRAGEM\\_NA\\_PRODUCAO\\_DE\\_COMPOSITOS\\_PLASTICO-MADEIRA](https://www.researchgate.net/publication/268400952_UTILIZACAO_DA_SERRAGEM_NA_PRODUCAO_DE_COMPOSITOS_PLASTICO-MADEIRA). Acesso em: 10 out. 2023.

ZANGALLI, P. C. J. Sustentabilidade urbana e as certificações ambientais na construção civil. **Sociedade & Natureza**, [S.L.], v. 25, n. 2, p. 291-302, ago. 2013. FapUNIFESP (SciELO). <http://dx.doi.org/10.1590/s1982-45132013000200007>. Disponível em: <https://www.scielo.br/j/sn/a/LfGQfchDwRFNhDqqjd5hxzS/?lang=pt#>. Acesso em: 06 out. 2023.