RECICLAGEM E REUTILIZAÇÃO DA MADEIRA PROVENIENTE DO RESÍDUO DE CONSTRUÇÃO CIVIL

RECYCLING AND REUSE OF WOOD FROM CONSTRUCTION AND DEMOLITION WASTE

RECICLAJE Y REUTILIZACIÓN DE LA MADERA PROVENIENTE DEL RESIDUO DE CONSTRUCCIÓN CIVIL

10.56238/IIMultiCientifica-199

Thales Alves Parmezani
Graduando em Engenharia Civil
Instituição: Universidade do Estado de Minas Gerais (UEMG)
E-mail: thalesparme@gmail.com

Daniela Grintaci Vasconcellos
Doutora em Engenharia Civil (Estruturas)
Instituição: Universidade Estadual de Campinas (UNICAMP)
E-mail: daniela.grintaci@uemg.br

Amanda Maria Leal Pimenta
Doutora em Produção Vegetal no Semiárido
Instituição: Universidade Estadual de Montes Claros (UNIMONTES)
E-mail: amanda.pimenta@unimontes.br

RESUMO
O presente artigo discute a reciclagem e a reutilização dos resíduos de madeira provenientes da construção civil (RCC), abordando desde sua aplicação na geração de energia até sua incorporação em novos materiais construtivos. O setor da construção é um dos maiores consumidores de recursos naturais e geradores de resíduos, sendo a madeira um componente de alto volume e impacto ambiental quando descartada incorretamente. A pesquisa revisa a literatura sobre o tema, destacando rotas de reaproveitamento como a reutilização direta em canteiros de obras, a produção de briquetes e péletes para fins energéticos, a fabricação de painéis aglomerados, a incorporação em solo-cimento e o uso de pó de serra como agregado em blocos e argamassas. Os resultados evidenciam que a viabilidade técnica desses materiais é amplamente comprovada; contudo, a consolidação dessas práticas em larga escala ainda esbarra em barreiras logísticas, econômicas, culturais e na necessidade de maior rigor na aplicação das políticas públicas. Conclui-se que a mudança de paradigma — enxergando o resíduo como recurso estratégico — é fundamental para promover a economia circular e a sustentabilidade no setor.

Palavras-chave: Resíduos da Construção Civil (RCC). Reciclagem de Madeira. Economia Circular. Materiais Sustentáveis. Gestão Ambiental.

ABSTRACT
This article discusses the recycling and reuse of wood waste from civil construction (RCC), addressing everything from its application in energy generation to its incorporation into new construction materials. The construction sector is one of the largest consumers of natural resources and waste generators, with wood being a component of high volume and environmental impact when disposed of improperly. The research reviews the literature on the subject, highlighting reuse routes such as direct reuse at construction sites, the production of briquettes and pellets for energy purposes, the manufacture of particle boards, incorporation into soil-cement, and the use of sawdust as an aggregate in blocks and mortars. The results show that the technical feasibility of these materials is widely proven; however, the consolidation of these practices on a large scale still faces logistical, economic, and cultural barriers, as well as the need for greater rigor in the application of public policies. It is concluded that a paradigm shift — viewing waste as a strategic resource — is essential to promote circular economy and sustainability in the sector.

Keywords: Construction and Demolition Waste (CDW). Wood Recycling. Circular Economy. Sustainable Materials. Environmental Management.

RESUMEN
El presente artículo discute el reciclaje y la reutilización de residuos de madera provenientes de la construcción (RCC), abordando desde su aplicación en la generación de energía hasta su incorporación en nuevos materiales constructivos. El sector de la construcción es uno de los mayores consumidores de recursos naturales y generadores de residuos, siendo la madera un componente de alto volumen e impacto ambiental cuando se descarta incorrectamente. La investigación revisa la literatura sobre el tema, destacando rutas de aprovechamiento como la reutilización directa en canteros de obras, la producción de briquetas y pellets con fines energéticos, la fabricación de tableros aglomerados, la incorporación en suelo-cemento y el uso de polvo de sierra como agregado en bloques y morteros. Los resultados evidencian que la viabilidad técnica de estos materiales está ampliamente comprobada; sin embargo, la consolidación de estas prácticas a gran escala aún tropieza con barreras logísticas, económicas, culturales y con la necesidad de mayor rigor en la aplicación de políticas públicas. Se concluye que el cambio de paradigma — viendo el residuo como recurso estratégico — es fundamental para promover la economía circular y la sostenibilidad en el sector.

Palabras clave: Residuos de Construcción Civil (RCC). Reciclaje de Madera. Economía Circular. Materiales Sostenibles. Gestión Ambiental.

1 INTRODUÇÃO

A construção civil é amplamente reconhecida como um dos setores que mais consome recursos naturais e, consequentemente, mais gera resíduos sólidos, especialmente resíduos de madeira. Segundo Silva *et al.* (2016), o volume de entulho de construção e demolição pode ser até duas vezes maior que o volume de lixo urbano convencional, e grande parte desse material ainda é descartado de forma inadequada, gerando sérios impactos ambientais.

Esses resíduos, porém, não representam apenas um problema e sim constituem também uma oportunidade significativa de reaproveitamento e inovação. Cavalcanti e Alves (2018) destacam que a madeira oriunda da construção civil, quando adequadamente processada, pode ser reutilizada na forma de briquetes, péletes e compósitos, gerando produtos de valor agregado e reduzindo a pressão sobre recursos florestais.

Essa visão também é compartilhada por Maestrello (2020), que evidencia o potencial energético dos resíduos lignocelulósicos, ao apontar que os péletes e briquetes podem substituir a lenha em processos industriais e domésticos, contribuindo para uma matriz energética mais limpa.

Além da geração de energia, a reutilização da madeira na forma de materiais construtivos tem se mostrado uma alternativa promissora, como Azambuja (2015), em sua pesquisa sobre painéis aglomerados, demonstra que resíduos de madeira provenientes da construção e demolição possuem potencial para uso na fabricação de painéis reconstituídos, com resultados satisfatórios quanto à resistência e estabilidade física.

Outro exemplo relevante é o estudo de Santos (2009), que analisou a incorporação de resíduos de madeira em solo-cimento, verificando que, embora haja redução moderada na resistência mecânica, o material resultante apresenta desempenho adequado para aplicações não estruturais, incentivando novas possibilidades de utilização na construção civil.

De forma complementar, Barutti *et al.* (2019) destacam a aplicação do pó de serra, sendo ele um resíduo abundante gerado principalmente pela indústria moveleira, como agregado miúdo no enchimento de lajes pré-fabricadas, evidenciando ganhos ambientais e econômicos pela substituição parcial de matérias-primas convencionais. Essa iniciativa integra o conceito de eco-design, ao repensar o ciclo de vida dos materiais e promover a redução do consumo de recursos naturais.

Diante desse contexto, o presente artigo propõe discutir a reciclagem e reutilização dos resíduos de madeira provenientes da construção civil, abordando desde sua aplicação na geração de energia até sua incorporação em novos materiais, como painéis, compósitos e enchimentos leves. Busca-se, assim,

contribuir para o avanço de práticas sustentáveis no setor da construção, reforçando a importância da economia circular e da gestão eficiente dos resíduos sólidos.

2 GERAÇÃO DE RESÍDUOS NA CONSTRUÇÃO CIVIL

A construção civil é um dos setores que mais impulsiona o desenvolvimento econômico e social do país, sendo responsável pela geração de empregos e pela movimentação de grandes volumes de recursos financeiros. No entanto, ao mesmo tempo em que exerce papel essencial para o crescimento urbano e produtivo, o setor é reconhecido como o maior gerador de resíduos sólidos da sociedade contemporânea.

O volume de entulhos oriundos de obras, reformas e demolições pode ser até duas vezes superior ao volume de resíduos sólidos urbanos comuns, o que revela a magnitude do problema ambiental que envolve a atividade construtiva (SILVA *et al.*, 2016).

Grande parte desses resíduos é composta por materiais como concreto, cerâmica, metais, plásticos e madeira, onde este último ganha destaque pela alta frequência de uso e pelo elevado desperdício ao longo do ciclo construtivo. Conforme apontado por Silva *et al.* (2016), os resíduos da construção civil (RCC) têm sido historicamente descartados de forma inadequada, em sua maioria em terrenos baldios ou áreas de proteção ambiental, sem qualquer tipo de triagem ou tratamento.

Essa prática contribui para impactos ambientais significativos, como a obstrução de córregos e sistemas de drenagem urbana, agravando enchentes e alagamentos, além da proliferação de vetores e contaminação do solo e da água (SILVA *et al.*, 2016).

Destacam-se ainda a urbanização acelerada e a industrialização desordenada nas últimas décadas que consquentemente intensificaram o problema, sobretudo nas cidades de médio e grande porte. A ausência de políticas eficazes de gestão de resíduos e a falta de planejamento urbano coerente geraram sobrecarga nos sistemas públicos de limpeza e destinação, tornando o gerenciamento dos RCC um desafio técnico e financeiro para os municípios, assim essa situação é agravada pela escassez de áreas disponíveis para aterros e pelos altos custos de transporte e disposição final, o que frequentemente leva à adoção de práticas irregulares de descarte (SILVA *et al.*, 2016).

Outro fator de relevância é a ausência de cultura de reaproveitamento dentro dos próprios canteiros de obras. Conforme o estudo de Silva *et al.* (2016), materiais que poderiam ser reciclados ou reutilizados são frequentemente considerados descartáveis, mesmo quando apresentam condições de reaproveitamento. Essa realidade contrasta com experiências internacionais, como as políticas

implementadas nos Estados Unidos desde a década de 1960, que já priorizavam a redução, reutilização e reciclagem dos resíduos da construção (SILVA *et al.*, 2016).

Nesse contexto, observa-se que o problema dos resíduos da construção civil não é apenas ambiental, mas também econômico e social, à má gestão dos RCC resulta no desperdício de materiais de alto valor agregado e na perda de oportunidades de geração de renda por meio da reciclagem e do reuso. Além disso, a ausência de práticas sustentáveis compromete os esforços para atingir os objetivos de desenvolvimento sustentável (ODS) estabelecidos pela ONU, especialmente os relacionados à produção e consumo responsáveis e à ação climática.

Assim, compreender a origem, composição e destino dos resíduos gerados na construção civil é fundamental para propor soluções técnicas e políticas públicas eficientes. A abordagem de Silva *et al.* (2016) reforça que o primeiro passo rumo à sustentabilidade do setor é reconhecer a dimensão do problema e incorporar práticas de gestão integrada de resíduos, com base na redução na fonte, reutilização, reciclagem e destinação final ambientalmente adequada. Somente a partir dessa compreensão é possível avançar para estratégias mais específicas, como a reciclagem e o reaproveitamento da madeira, que serão aprofundadas nos tópicos seguintes.

3 RESÍDUOS DE MADEIRA NA CONSTRUÇÃO CIVIL

Os resíduos de madeira representam uma fração significativa dos resíduos sólidos gerados na construção civil, tanto em volume quanto em impacto ambiental, em geral, a madeira é utilizada amplamente em diferentes fases do processo construtivo desde a confecção de formas e escoramentos até o transporte e armazenamento de materiais, em pallets, caixotes e estruturas temporárias.

De acordo com Silva *et al.* (2016), esses elementos são reutilizados várias vezes, mas quando perdem suas propriedades mecânicas ou dimensões adequadas, são descartados de forma inadequada, muitas vezes por meio da queima ou do despejo em caçambas e terrenos baldios.

Segundo a NBR 10004/2004 (ABNT), os resíduos de madeira se enquadram na classe II, sendo eles não inertes, uma vez que apresentam características como biodegradabilidade e combustibilidade. Essa classificação indica que, embora não sejam perigosos, esses resíduos podem causar impactos ambientais caso sejam dispostos de maneira incorreta. Silva *et al.* (2016) ressaltam que o manejo inadequado desses materiais acarreta prejuízos ambientais expressivos, como a emissão de gases poluentes na queima, o aumento no desmatamento, o desperdício de recursos naturais e o aumento da demanda por áreas de disposição final.

O desperdício de madeira está diretamente ligado à ausência de planejamento no uso do material e à falta de tecnologias apropriadas para o seu reaproveitamento, a madeira utilizada na construção civil e na indústria moveleira possui grande potencial energético e pode ser transformada em biomassa, contribuindo para a diversificação da matriz energética e a redução do uso de combustíveis fósseis (SILVA *et al.* 2016).

No entanto, boa parte desse potencial é perdida, já que a serragem, maravalha e aparas de madeira, resíduos comuns desses setores, ainda são tratados como subprodutos sem valor comercial (MAESTRELLO, 2020).

A madeira apresenta uma composição predominantemente lignocelulósica, constituída de celulose, hemicelulose e lignina, o que confere a ela propriedades combustíveis e recicláveis, tais características tornam possível sua transformação em diferentes produtos de valor agregado, como briquetes, péletes, compósitos e painéis aglomerados, os quais podem substituir materiais convencionais tanto na construção quanto na geração de energia (MAESTRELLO, 2020). Assim, o resíduo de madeira deixa de ser um passivo ambiental para se tornar uma matéria-prima alternativa, desde que haja o devido tratamento e adequação às normas técnicas vigentes.

O cenário brasileiro ainda é marcado pela ausência de políticas específicas de gestão de resíduos madeireiros, o que contribui para a continuidade de práticas ultrapassadas e ambientalmente danosas, em muitas regiões, as empresas optam pela queima controlada dos resíduos, repassando a madeira a olarias que utilizam o calor da combustão como fonte de energia térmica. Embora essa prática seja economicamente atrativa, ela não representa uma solução sustentável, pois não há controle das emissões e tampouco aproveitamento integral do material (SILVA *et al.*, 2016).

A ineficiência no gerenciamento dos resíduos de madeira reflete um problema estrutural que perpassa todo o setor da construção civil. Conforme afirmam Silva *et al.* (2016), ainda que exista legislação que exige a elaboração de Planos de Gerenciamento de Resíduos Sólidos (PGRS), muitas empresas não cumprem adequadamente essas exigências. A ausência de controle no fluxo dos resíduos, a falta de capacitação técnica e o custo logístico da triagem e transporte são barreiras que limitam o avanço da reciclagem e da reutilização no setor.

Além disso, conforme observam Cavalcanti e Alves (2018), a valorização dos resíduos de madeira depende da integração entre políticas ambientais, incentivo econômico e inovação tecnológica, assim quando a madeira residual é processada e reincorporada em novos produtos, como painéis aglomerados ou compósitos, ela não apenas reduz a pressão sobre os recursos florestais, mas

também contribui para a mitigação de impactos ambientais e para o fortalecimento da economia circular.

Portanto, os resíduos de madeira oriundos da construção civil apresentam um duplo caráter: de um lado, representam um desafio ambiental, quando descartados de forma incorreta; de outro, configuram uma oportunidade para o desenvolvimento de novas tecnologias e práticas sustentáveis, visto que, o correto aproveitamento desses resíduos exige não apenas o cumprimento das normas técnicas e ambientais, mas também uma mudança cultural no setor construtivo, que deve passar a enxergar o resíduo como recurso e não como rejeito, esse entendimento é essencial para a consolidação de uma construção civil mais sustentável.

4 POLÍTICAS PÚBLICAS E GESTÃO DE RESÍDUOS SÓLIDOS

O gerenciamento adequado dos resíduos sólidos da construção civil, incluindo os resíduos de madeira, é um desafio que exige não apenas avanços técnicos, mas também instrumentos legais e políticas públicas eficazes, diante disso temos que no Brasil, a principal diretriz nesse campo é a Lei nº 12.305/2010, que institui a Política Nacional de Resíduos Sólidos (PNRS), estabelecendo princípios, objetivos e instrumentos para a gestão integrada e o gerenciamento ambientalmente adequado dos resíduos gerados pelas atividades econômicas.

Essa lei representa um marco na política ambiental brasileira, ao introduzir conceitos como responsabilidade compartilhada pelo ciclo de vida dos produtos, logística reversa e não geração, redução, reutilização e reciclagem como prioridades (BARUTTI; ARAÚJO; ALTOÉ, 2019). A PNRS estimula a destinação adequada dos resíduos sólidos e incentiva a criação de alternativas sustentáveis de reaproveitamento, especialmente para materiais que tradicionalmente têm destino limitado, como o pó de serra.

O destaque da legislação é que ela atua como instrumento de transformação dentro do setor da construção civil, impulsionando o desenvolvimento de novos materiais e técnicas que utilizem resíduos como insumos de produção. No entanto, apesar dos avanços legais, temos que a aplicação prática da lei ainda é incipiente, principalmente em razão da carência de fiscalização, da ausência de infraestrutura de reciclagem e da falta de incentivos econômicos para as empresas que adotam práticas sustentáveis (BARUTTI; ARAÚJO; ALTOÉ, 2019).

Silva *et al.* (2016) também enfatizam que o Brasil apresenta uma lacuna histórica na formulação e implementação de políticas voltadas à gestão de resíduos da construção civil, até a década de 1980,

a maior parte das cidades brasileiras não possuía planos de gerenciamento, e os resíduos eram dispostos de forma aleatória, sem controle ambiental. Embora o cenário tenha evoluído com a criação de legislações específicas e da PNRS, o descompasso entre as normas e a realidade operacional ainda é evidente e a falta de conscientização ambiental, a informalidade do setor e os custos associados à triagem e transporte dos resíduos dificultam a consolidação de uma cultura de reciclagem e reaproveitamento no país (SILVA *et al.* 2016).

Conforme reforçam Silva *et al.* (2016), muitos municípios brasileiros ainda enfrentam dificuldades em integrar os diferentes agentes responsáveis pelo ciclo de vida dos resíduos como construtoras, transportadoras, cooperativas e usinas de reciclagem. A ausência de integração institucional e a limitação de recursos financeiros e técnicos comprometem a eficácia dos planos municipais de gestão de resíduos, dessa forma, observa-se que o cumprimento das metas estabelecidas pela PNRS, embora previsto em lei, depende diretamente da coordenação entre o poder público, o setor produtivo e a sociedade civil.

Cavalcanti e Alves (2018) argumentam que a gestão sustentável dos resíduos da construção civil deve ser tratada como um processo sistêmico, que envolve desde a geração até a destinação final dos materiais. Nesse sentido, as empresas do setor madeireiro e da construção civil precisam adotar Planos de Gerenciamento de Resíduos Sólidos (PGRS), conforme determina a legislação. Esses planos devem incluir o diagnóstico da geração de resíduos, estratégias de minimização, rotas de reaproveitamento e formas de disposição ambientalmente adequada, portanto fica evidente que implementação dos PGRS representa um passo essencial para o controle e redução dos impactos ambientais decorrentes da atividade construtiva.

Para que as políticas públicas atinjam seus objetivos, é necessário fortalecer a educação ambiental e promover a conscientização de todos os agentes envolvidos na cadeia produtiva, assim o avanço tecnológico por si só não é suficiente; é preciso que haja uma mudança cultural, em que o resíduo seja reconhecido como recurso e não como rejeito.

5 ALTERNATIVAS DE REAPROVEITAMENTO DOS RESÍDUOS DE MADEIRA

O reaproveitamento dos resíduos de madeira provenientes da construção civil tem se consolidado como uma das estratégias mais promissoras para reduzir o impacto ambiental causado pelo setor. Dentro desse contexto, a madeira residual se destaca por sua versatilidade e potencial de

transformação, podendo ser reutilizada diretamente nas obras, reciclada em novos produtos ou empregada como fonte alternativa de energia (CAVALCANTI; ALVES, 2018; MAESTRELLO, 2020).

5.1 REUTILIZAÇÃO DIRETA EM CANTEIRO DE OBRAS

A reutilização direta é a forma mais simples e imediata de reaproveitamento da madeira, em canteiros de obras, elementos como tábuas, pontaletes, escoras e sarrafos são frequentemente reaproveitados em diferentes fases construtivas, especialmente em formas e escoramentos, contudo esse reuso ocorre de forma empírica, muitas vezes sem planejamento sistemático, o que reduz sua eficiência e durabilidade (SILVA *et al.* 2016).

Após vários ciclos de uso, a madeira tende a perder resistência mecânica e estabilidade dimensional, sendo então descartada, contudo, quando bem gerenciada, essa prática pode reduzir significativamente o consumo de madeira nova e o volume de resíduos gerados. Para maximizar o reaproveitamento, é necessário adotar boas práticas de armazenamento, corte e manutenção da madeira, evitando deteriorações prematuras. A utilização de madeiras tratadas, certificadas e com controle de umidade também prolonga sua vida útil e melhora o desempenho técnico nas obras, por isso a conscientização dos gestores e trabalhadores sobre a importância da reutilização é fundamental para transformar o reuso em uma prática permanente, não apenas circunstancial (SILVA *et al.* 2016).

5.2 RECICLAGEM E BENEFICIAMENTO

Quando a reutilização direta não é mais viável, a madeira pode ser submetida a processos de reciclagem e beneficiamento industrial, dando origem a novos produtos com valor agregado, um ponto que se destaca são os resíduos madeireiros triturados, que podem ser transformados em briquetes e péletes, utilizados como biocombustíveis sólidos em substituição à lenha tradicional. Esse processo, além de reduzir o descarte, contribui para a diversificação da matriz energética e a diminuição da emissão de gases de efeito estufa (CAVALCANTI; ALVES, 2018).

Existe também a produção de compósitos e aglomerados de madeira, nos quais resíduos da construção civil são combinados a resinas ou outros aglutinantes para formar painéis estruturais ou de revestimento. Esses compósitos apresentam boas propriedades físicas e mecânicas, podendo ser utilizados em divisórias, mobiliário e componentes não estruturais.

Além de ser uma solução economicamente viável, o aproveitamento dos resíduos como matéria-prima industrial contribui para a economia circular, reduzindo a extração de madeira nativa e a pressão sobre os recursos florestais.

De modo complementar, Azambuja (2015) investigou a incorporação de resíduos de construção e demolição, incluindo partículas de madeira, na produção de painéis aglomerados, este referido estudo demonstrou que é possível substituir parcialmente os agregados convencionais sem comprometer as propriedades do produto final.

Essa alternativa apresenta vantagens como baixo custo de produção, leveza e resistência compatível com as exigências normativas, além de representar uma importante contribuição para a sustentabilidade do setor madeireiro e da construção civil.

5.3 GERAÇÃO DE ENERGIA

Outro campo de destaque é o aproveitamento energético dos resíduos lignocelulósicos, onde a madeira possui elevado poder calorífico e pode ser utilizada como combustível para geração de calor ou energia elétrica, seja em pequenas unidades industriais, seja em processos de co-geração, consoante ao citado ressalta que o uso de briquetes e péletes oriundos de resíduos madeireiros tem crescido devido à sua eficiência energética e ao baixo teor de umidade, o que proporciona maior rendimento na combustão e menor emissão de poluentes (MAESTRELLO, 2020),.

O reaproveitamento energético da madeira também tem vantagens ambientais e econômicas: reduz o volume de resíduos destinados a aterros, evita a queima irregular e substitui combustíveis fósseis, contribuindo para uma matriz energética mais limpa.

5.4 UTILIZAÇÃO DA MADEIRA RECICLADA DENTRO DA CONSTRUÇÃO

Em estudos mais recentes, têm sido exploradas novas possibilidades de aplicação dos resíduos de madeira diretamente na construção civil. Barutti, Araújo e Altoé (2019) analisaram o uso do pó de serra, sendo este resíduo abundante na indústria moveleira, como substituto parcial do agregado miúdo (areia) na fabricação de blocos de enchimento para lajes pré-fabricadas. Os resultados mostraram que as peças produzidas com pó de serra apresentam melhor desempenho térmico e peso reduzido, além de manter resistência compatível com as normas da ABNT, sendo assim, essa substituição gera ganhos ambientais e econômicos, uma vez que reduz o consumo de areia natural, o peso da estrutura e o descarte de resíduos madeireiros.

O reaproveitamento do pó de serra pode ser ampliado para outras aplicações, como argamassas, blocos não estruturais e elementos de vedação, desde que sejam observados parâmetros técnicos de resistência e absorção de água (BARUTTI, ARAÚJO, ALTOÉ; 2019).

6 APLICAÇÕES TECNOLÓGICAS DOS RESÍDUOS DE MADEIRA

A busca por soluções sustentáveis no setor da construção civil tem impulsionado o desenvolvimento de aplicações tecnológicas para os resíduos de madeira, transformando um passivo ambiental em insumo produtivo. Pesquisas recentes demonstram que esses resíduos podem ser incorporados a diversos materiais de construção, como painéis aglomerados, compósitos, solo-cimento e blocos de enchimento, sem comprometer as propriedades físicas e mecânicas essenciais à sua aplicação (AZAMBUJA, 2015).

A viabilidade dessas aplicações está diretamente relacionada à correta caracterização do material e à adequação dos processos produtivos, de modo a garantir desempenho técnico, segurança e durabilidade.

6.1 FABRICAÇÃO DE PAINÉIS AGLOMERADOS

Uma das formas mais consolidadas de reaproveitamento dos resíduos de madeira é sua incorporação na produção de painéis aglomerados, esses painéis são produzidos pela aglutinação de partículas de madeira, cimento e resinas, formando compósitos de alta densidade e resistência (AZAMBUJA, 2015).

Destaca-se que a substituição parcial das partículas de madeira convencional por resíduos de outars madeiras oriundas de obras e demolições é tecnicamente viável, desde que haja controle de umidade, granulometria e teor de ligante (AZAMBUJA, 2015).

O estudo conduzido por Azambuja (2015) verificou que os painéis confeccionados com resíduos apresentaram propriedades mecânicas compatíveis com as exigências normativas, evidenciando o potencial de reutilização desses materiais na fabricação de componentes construtivos e mobiliários.

Além disso, os painéis produzidos a partir de resíduos mostraram vantagens econômicas, devido ao menor custo de matéria-prima, e ambientais, por reduzir o volume de resíduos descartados em aterros.

Tais resultados confirmam que a reciclagem dos resíduos de madeira não apenas conserva recursos florestais, mas também contribui para a diversificação dos produtos sustentáveis disponíveis no mercado da construção civil.

Cavalcanti e Alves (2018) reforçam essa perspectiva ao abordar o uso de resíduos madeireiros como aglomerados e compósitos estruturais, os autores destacam que os resíduos triturados podem ser combinados a polímeros ou outros ligantes, resultando em materiais leves e resistentes, com bom desempenho térmico e acústico.

Esses compósitos podem substituir materiais tradicionais em revestimentos, divisórias e móveis, representando uma solução de baixo impacto ambiental e de alta viabilidade industrial.

6.2 INCORPORAÇÃO EM SOLO-CIMENTO

Outra aplicação de grande relevância é a adição de resíduos de madeira ao solo-cimento, uma técnica que combina solo natural, cimento e água para a produção de blocos e pavimentos.

O que tange a incorporação de resíduos madeireiros provenientes da construção civil na mistura de solo-cimento, observa-se que, embora ocorra uma leve redução na resistência à compressão, o material resultante apresenta desempenho satisfatório para usos não estruturais (SANTOS, 2009).

A adição de madeira melhora o comportamento térmico e acústico dos blocos e reduz sua densidade, tornando-os mais leves e de manuseio mais fácil, além disso, o uso de resíduos lignocelulósicos contribui para a economia de cimento, um dos principais responsáveis pelas emissões de CO_2 na construção civil (SANTOS, 2009).

Essa combinação entre eficiência energética e redução de impacto ambiental torna o solo-cimento com adição de madeira uma alternativa viável para construções de baixo custo e projetos sustentáveis.

Apesar de a resistência mecânica ser inferior à de materiais convencionais, os resultados obtidos são compatíveis com as exigências das normas técnicas, desde que o produto seja destinado a fins não estruturais (SANTOS, 2009).

6.3 UTILIZAÇÃO DO PÓ DE SERRA COMO AGREGADO

O pó de serra, resíduo fino resultante do beneficiamento da madeira, tem despertado interesse crescente como substituto parcial do agregado miúdo (areia) em concretos e blocos. O estudo conduzido por Barutti, Araújo e Altoé (2019) avaliou a viabilidade de empregar o pó de serra na

fabricação de blocos de enchimento para lajes pré-fabricadas, e para garantir a compatibilidade com o cimento, os autores realizaram processos de alcalinização do resíduo, que é uma lavagem com solução de cal, fizeram isso com o objetivo de reduzir sua reatividade e melhorar a aderência entre as partículas.

Os experimentos demonstraram que o pó de serra alcalinizado pode substituir totalmente o agregado miúdo, resultando em peças com menor peso específico, melhor isolamento térmico e resistência adequada às normas da ABNT.

Os blocos produzidos apresentaram temperaturas internas mais estáveis em dias quentes, evidenciando seu potencial como material termoacústico, além disso, a substituição da areia por pó de serra reduz o custo de produção e evita a extração de recursos naturais não renováveis, como a areia dos rios e jazidas (BARUTTI, ARAÚJO, ALTOÉ; 2019).

O estudo de Barutti, Araújo e Altoé (2019) também observou benefícios ambientais significativos, uma vez que o reaproveitamento do pó de serra contribui para diminuir o volume de resíduos descartados pela indústria moveleira, que frequentemente enfrenta dificuldades na destinação adequada desse subproduto que é produzido em massa nesse ramo da industria. Assim, a incorporação do pó de serra em materiais construtivos se apresenta como uma solução tecnicamente viável, economicamente vantajosa e ambientalmente sustentável.

7 DESAFIOS E PERSPECTIVAS FUTURAS

Embora os avanços científicos e tecnológicos já tenham demonstrado a viabilidade técnica do reaproveitamento dos resíduos de madeira na construção civil, diversos desafios estruturais, econômicos e culturais ainda limitam a consolidação dessas práticas em larga escala. Conforme Silva *et al.* (2016), o principal obstáculo reside na falta de gestão adequada dos resíduos da construção civil, especialmente no que diz respeito à coleta seletiva, triagem e destinação final.

A maioria das obras ainda não dispõe de sistemas eficientes de separação dos materiais reutilizáveis, o que dificulta o reaproveitamento da madeira e compromete os resultados ambientais e econômicos esperados.

Outro desafio recorrente, destacado por Cavalcanti e Alves (2018), é o baixo investimento em tecnologias de processamento e beneficiamento dos resíduos madeireiros, visto que muitas empresas do setor da construção e da indústria moveleira carecem de infraestrutura e conhecimento técnico para transformar resíduos em insumos produtivos, limitando-se a práticas convencionais de descarte ou queima.

Essa lacuna tecnológica evidencia a necessidade de parcerias entre universidades, centros de pesquisa e setor privado, a fim de desenvolver métodos mais eficientes e economicamente viáveis para o reaproveitamento da madeira.

Segundo Azambuja (2015) e Santos (2009), o preconceito quanto à qualidade e durabilidade dos materiais reciclados ainda é uma barreira significativa à sua aceitação no mercado, apesar de estudos comprovarem que produtos fabricados com resíduos de madeira, como painéis aglomerados, compósitos e solo-cimento, podem atender aos requisitos normativos e de desempenho, muitos consumidores e profissionais da construção civil ainda preferem materiais convencionais.

Essa percepção equivocada reforça a importância de certificações técnicas, normalização e campanhas de conscientização, que atestem a confiabilidade e os benefícios dos produtos reciclados.

Outro ponto crítico diz respeito à ausência de políticas públicas eficazes para incentivar o uso de materiais reciclados e o manejo sustentável dos resíduos. Barutti, Araújo e Altoé (2019) observam que, embora a Política Nacional de Resíduos Sólidos (Lei nº 12.305/2010) estabeleça diretrizes claras sobre a destinação e reaproveitamento dos resíduos, sua aplicação ainda é limitada.

A falta de fiscalização, os custos de transporte e a escassez de usinas de reciclagem dificultam o cumprimento das exigências legais e reduzem o impacto das iniciativas sustentáveis e para superar esse impasse, os autores sugerem a criação de incentivos fiscais, linhas de crédito e políticas de fomento voltadas a empresas que adotem práticas ambientalmente responsáveis.

Do ponto de vista ambiental e econômico, Maestrello (2020) enfatiza que o reaproveitamento energético da madeira, por meio da produção de briquetes, péletes e biomassa, ainda é subexplorado no Brasil, apesar de seu alto potencial de geração de energia limpa e renovável. O avanço dessa modalidade depende de políticas de incentivo à substituição de combustíveis fósseis e da ampliação de infraestrutura adequada para o processamento da biomassa.

Além das barreiras técnicas e institucionais, existem desafios de natureza social e educacional como Silva *et al.* (2016) salientam que a ausência de programas de capacitação voltados aos trabalhadores da construção civil compromete o sucesso das práticas de reciclagem e reutilização, assim é fundamental que os profissionais sejam treinados para identificar, separar e reaproveitar adequadamente os materiais, incorporando o conceito de sustentabilidade à rotina do canteiro de obras. O fortalecimento da educação ambiental e da formação técnica é, portanto, um pilar indispensável para a consolidação de uma nova cultura produtiva.

Apesar desses desafios, as perspectivas futuras para o reaproveitamento da madeira na construção civil são amplamente promissoras. Estudos como os de Azambuja (2015) e Barutti, Araújo e Altoé (2019) comprovam que há um potencial de inovação e expansão significativo, especialmente na substituição de materiais convencionais por produtos ecológicos e de baixo impacto ambiental. A crescente demanda por edificações sustentáveis, impulsionada por certificações ambientais e pela agenda global de desenvolvimento sustentável, tende a favorecer o uso de materiais reciclados e tecnologias limpas.

A integração entre sustentabilidade, economia circular e inovação tecnológica será determinante para o futuro do setor. A criação de políticas públicas integradas, o fortalecimento das redes de pesquisa e o estímulo ao empreendedorismo verde podem transformar a forma como o resíduo é tratado no Brasil conforme ressaltam Cavalcanti e Alves (2018), a construção civil precisa deixar de ser um dos maiores geradores de resíduos para se tornar um agente ativo na recuperação e valorização de materiais, contribuindo para o equilíbrio ambiental e o desenvolvimento econômico sustentável.

Por fim, os desafios e perspectivas apontam para a necessidade de uma mudança paradigmática, o resíduo de madeira deve ser reconhecido não como um produto final do processo construtivo, mas como recurso estratégico para a sustentabilidade.

Com base nas pesquisas analisadas, torna-se evidente que a viabilidade técnica já está comprovada; o próximo passo é consolidar a viabilidade econômica e institucional, garantindo que a reciclagem e reutilização da madeira deixem de ser iniciativas pontuais e se transformem em práticas sistemáticas e amplamente difundidas no setor da construção civil brasileira.

8 RESULTADOS

A revisão da literatura evidencia de forma consistente o amplo potencial de reaproveitamento da madeira residual em diferentes aplicações. Diversos estudos mostram que esse material possui condições técnicas favoráveis para ser incorporado na fabricação de painéis aglomerados, briquetes, péletes, compósitos e até elementos à base de solo-cimento e em muitos casos, os produtos obtidos apresentam desempenho equivalente ao de materiais convencionais, o que reforça sua viabilidade como alternativa sustentável.

Entre os achados mais significativos, destaca-se a produção de painéis a partir de resíduos de madeira, que demonstraram resistência mecânica e estabilidade física compatíveis com os parâmetros normativos, permitindo sua utilização sem comprometer a qualidade.

Outro ponto relevante é o uso do pó de serra como substituto parcial do agregado miúdo, resultando em peças mais leves e com propriedades térmicas superiores, o que amplia suas possibilidades de aplicação na construção civil.

No campo energético, os resíduos lignocelulósicos também se mostraram promissores, briquetes e péletes produzidos a partir desses materiais apresentam elevado poder calorífico e baixa umidade, características que favorecem sua eficiência como combustíveis.

Apesar de todos esses avanços, ainda há desafios importantes a serem superados, a principal limitação identificada é a carência de uma gestão eficiente dos resíduos de madeira, agravada pela falta de fiscalização, infraestrutura adequada e capacitação dos profissionais envolvidos. Mesmo assim, o conjunto de evidências analisadas indica que o reaproveitamento da madeira residual é não apenas possível, mas também economicamente atrativo e ambientalmente vantajoso, embora sua adoção ainda seja tímida no contexto brasileiro.

9 DISCUSSÃO

A partir da análise dos estudos apresentados, verifica-se que os resíduos de madeira provenientes da construção civil possuem elevado potencial de reaproveitamento, tanto como insumo energético quanto para a fabricação de novos materiais. Entretanto, apesar da viabilidade técnica comprovada, o setor ainda enfrenta barreiras significativas para a implementação dessas práticas em larga escala. A ausência de um sistema eficiente de triagem e gerenciamento nos canteiros de obras permanece como o principal entrave, dificultando a separação adequada dos resíduos e reduzindo o aproveitamento dos materiais.

Observa-se também que a resistência cultural e mercadológica ainda limita o uso de produtos reciclados. Muitos profissionais da construção civil mantêm uma percepção negativa sobre o desempenho dos materiais fabricados a partir de resíduos, mesmo diante de evidências que demonstram sua conformidade com requisitos normativos.

Além disso, destaca-se que o reaproveitamento da madeira apresenta benefícios ambientais expressivos, reduzindo a exploração de recursos naturais, minimizando o volume de resíduos encaminhados aos aterros e contribuindo para a diminuição das emissões de gases poluentes.

No entanto, a falta de incentivos governamentais, infraestrutura limitada e fiscalização insuficiente ainda comprometem o avanço das práticas sustentáveis no setor, assim, torna-se evidente

que o fortalecimento de políticas públicas e investimentos em tecnologia são fundamentais para consolidar a reciclagem da madeira como prática corrente na construção civil.

10 CONCLUSÃO

Conclui-se que os resíduos de madeira gerados na construção civil constituem um recurso de grande potencial para a promoção da sustentabilidade no setor. A literatura analisada demonstra que, por meio do processamento adequado, a madeira residual pode ser reincorporada à cadeia produtiva em diversas aplicações, apresentando desempenho satisfatório e contribuindo para a redução de impactos ambientais.

As alternativas estudadas, como a produção de painéis aglomerados, compósitos, briquetes e materiais de solo-cimento, revelam que a reciclagem da madeira não apenas reduz o descarte inadequado, mas também promove a economia de recursos naturais, diminui o consumo energético e incentiva práticas alinhadas à economia circular.

No entanto, para que tais soluções sejam amplamente adotadas, torna-se essencial superar desafios relacionados à falta de infraestrutura, resistência cultural, escassez de incentivos e deficiência na gestão dos resíduos.

Assim, conclui-se que a implementação de políticas públicas eficazes, aliada ao investimento em tecnologia e à capacitação dos profissionais do setor, é fundamental para consolidar a reutilização e reciclagem da madeira como prática rotineira na construção civil. Dessa forma, será possível transformar um problema ambiental em uma oportunidade de inovação, eficiência e desenvolvimento sustentável.

REFERÊNCIAS

AZAMBUJA, Juliana. Aproveitamento de resíduos de construção e demolição para produção de painéis aglomerados. Universidade Tecnológica Federal do Paraná, 2015.

BARUTTI, Amanda Natasha Rossato; ARAÚJO, João Vitor Pires de; ALTOÉ, Silvia Paula Sossai. Reaproveitamento do resíduo pó de serra na construção civil: aplicação em enchimento de lajes pré-fabricadas. Revista de Engenharia e Tecnologia, v. 11, n. 3, p. 123-134, set. 2019. ISSN 2176-7270.

CAVALCANTI, Felipe Bonfim; ALVES, Givanildo Santos. Aplicação de resíduos da construção civil como aglomerado de compósitos de madeira. Universidade Tecnológica Federal do Paraná, 2018.

MAESTRELLO, Camila. Reaproveitamento de resíduos de madeira da construção civil para geração de energia. Universidade Tecnológica Federal do Paraná, 2020.

SANTOS, Vitor de Oliveira. Fabricação de solo-cimento com adição de resíduos de madeira provenientes da construção civil. Universidade Tecnológica Federal do Paraná, 2009.

SILVA, Nathália Enéas Gomes; OLIVEIRA, Samara Maya Gomes de; NASCIMENTO, Felipe Bonfim Cavalcante do; SILVA, Givanildo Santos da. Resíduos de madeira produzidos na construção civil. Cadernos de Graduação, Maceió, v. 3, n. 3, p. 207-214, nov. 2016.