

O CONTEXTO BRASILEIRO E AS OPORTUNIDADES DE APROVEITAMENTO DE RESÍDUOS DE MADEIRA

Marco Antonio Louzada Junior¹
Manoel Cléber de Sampaio Alves²
Ivaldo de Domenico Valarelli³
Luiz Eduardo de Angelo Sanchez⁴
Fabiano Ricardo da Costa Perez⁵

RESUMO

Este trabalho tem por objetivo evidenciar a relevância da geração de resíduos de madeira no contexto brasileiro das atividades florestais e industriais, bem como relatar que o gerenciamento e aproveitamento adequado dos mesmos proporcionam oportunidades de aumento da eficiência industrial, agregação de valor e utilização de resíduos de madeira como matéria-prima de produtos alternativos, redução de custos ao longo do fluxo de agregação manufatureiro da madeira e mitigação dos impactos ambientais provenientes do descarte inadequado.

Palavras-chave: Resíduos de Madeira; Aproveitamento; Gerenciamento.

THE BRAZILIAN CONTEXT AND THE OPPORTUNITIES TO USE WOOD WASTE

ABSTRACT

The objective of this work is to highlight the relevance of the generation of wood residues in the Brazilian context of forestry and industrial activities, as well as to report that the management and proper use of these residues provide opportunities to increase industrial efficiency, value aggregation and use of wood residues as raw materials for alternative products, reduction of costs along the wood aggregation flow and mitigation of the environmental impacts resulting from inadequate disposal.

Key words: Wood Waste; Use; Management.

EL CONTEXTO BRASILEÑO Y LAS OPORTUNIDADES DE APROVECHAMIENTO DE RESIDUOS DE MADERA

RESUMEN

Este trabajo tiene por objetivo evidenciar la relevancia de la generación de residuos de madera en el contexto brasileño de las actividades forestales e industriales, así como relatar que la gestión y aprovechamiento adecuado de los mismos proporcionan oportunidades de aumento de la eficiencia industrial, agregación de valor y utilización de residuos de madera como materia prima de productos alternativos, reducción de costos a lo largo del flujo de agregación manufacturera de la madera y mitigación de los impactos ambientales provenientes del descarte inadecuado.

Palabras clave: Residuos de madera; Aprovechamiento; Gestión.

¹ Gerente Industrial - Brudden / Movement, BRUDDEN, Brasil.

^{2,3,4,5} Universidade Estadual Paulista "Júlio de Mesquita Filho".

Revista Saúde e Meio Ambiente – RESMA, Três Lagoas, v. 5, n.3, pp. 24-40, agosto/dezembro. Edição especial 2017. ISSN: 2447-8822

1. Introdução

O Brasil é um dos maiores cultivadores mundiais de árvores plantadas para fins de processamento industrial. Em 2016, a área de árvores plantadas para fins industriais atingiu 7,84 milhões de hectares no Brasil. Um aumento de 0,5% em relação a 2015¹.

Nos últimos 15 anos, houve um aumento sensível no custo de produção da madeira no Brasil. Adicionado ao fato de que o consumo de produtos industrializados oriundos da madeira tem crescido e que ao longo da cadeia de manufatura da madeira há geração significativa de resíduos, se faz necessária a ampla utilização destes para o aumento da produtividade, diminuição dos custos e aproveitamento de um recurso já existente para geração de riqueza ou agregação de valor, o que contribui para um meio ambiente menos poluído e mais sustentável.

2. Contexto brasileiro das atividades florestais e industriais da madeira

A evolução da área de árvores plantadas em milhões de hectares no Brasil em 2016 e a distribuição destas por estado é mostrada na figura a seguir (FIG. 1).

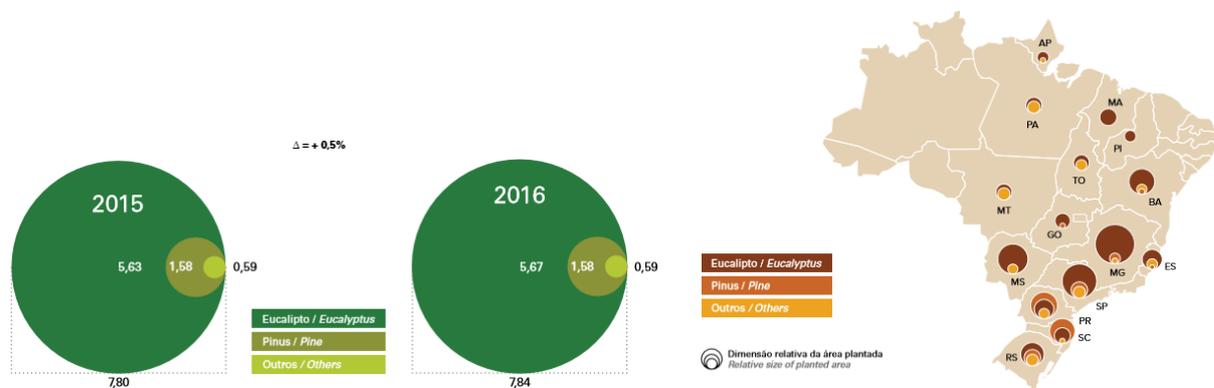


FIG. 1 – Área de árvores plantadas no Brasil em 2016 (figura adaptada)¹.

A elevada produtividade das árvores plantadas no Brasil faz com que a indústria brasileira de base florestal seja reconhecida mundialmente. O país manteve a liderança no ranking global de produtividade florestal. A figura a seguir (FIG. 2) mostra a produtividade e a rotação média de árvores do Brasil em comparação a outros países.

¹ Gerente Industrial - Brudden / Movement, BRUDDEN, Brasil.

^{2;3;4;5} Universidade Estadual Paulista "Júlio de Mesquita Filho".

Revista Saúde e Meio Ambiente – RESMA, Três Lagoas, v. 5, n.3, pp. 24-40, agosto/dezembro. Edição especial 2017. ISSN: 2447-8822

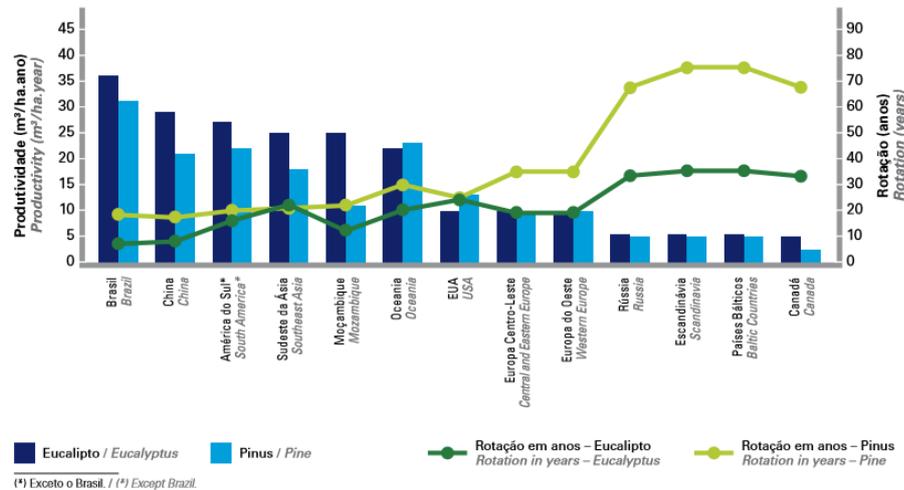


FIG. 2 – Produtividade florestal e rotação média de árvores do Brasil em comparação a outros países (figura adaptada)¹.

Embora a liderança tecnológica seja incontestável, o custo da produção de madeira no país elevou consideravelmente. A figura a seguir (FIG. 3) mostra a evolução do custo de produção da madeira (INCAF) em comparação com o índice de inflação brasileira (IPCA).



FIG. 3 – Aumento do custo de produção da madeira versus inflação brasileira - IPCA (figura adaptada)¹.

Diante da magnitude dos números, do desafio de tornar-se cada vez mais competitiva e dos aspectos ecológico e sustentável envolvidos, o uso dos resíduos se torna assunto importantíssimo dentro do fluxo de agregação manufatureiro da madeira.

3. Aspectos relevantes e aplicações do aproveitamento de resíduos de madeira

¹ Gerente Industrial - Brudden / Movement, BRUDDEN, Brasil.

^{2;3;4;5} Universidade Estadual Paulista "Júlio de Mesquita Filho".

Revista Saúde e Meio Ambiente – RESMA, Três Lagoas, v. 5, n.3, pp. 24-40, agosto/dezembro. Edição especial 2017. ISSN: 2447-8822

A geração de resíduos ocorre ao longo de toda a cadeia produtiva da madeira. A próxima figura (FIG. 4) mostra os principais tipos de resíduos de madeira gerados ao longo das atividades florestais e industriais, bem como resíduos provenientes de descarte de produtos acabados de madeira.



FIG. 4 – Diversos tipos de resíduos de madeira.

A figura a seguir (FIG. 5) mostra o modelo integrado de gerenciamento de resíduos, o qual de maneira sistêmica, abrangente e principalmente baseado em ações para tratar os resíduos, possibilita a obtenção de maior rendimento industrial, aproveitamento, prevenção e minimização da geração, redução do volume e periculosidade e disposição final adequada dos rejeitos².

¹ Gerente Industrial - Brudden / Movement, BRUDDEN, Brasil.

^{2,3,4,5} Universidade Estadual Paulista "Júlio de Mesquita Filho".

Revista Saúde e Meio Ambiente – RESMA, Três Lagoas, v. 5, n.3, pp. 24-40, agosto/dezembro. Edição especial 2017. ISSN: 2447-8822

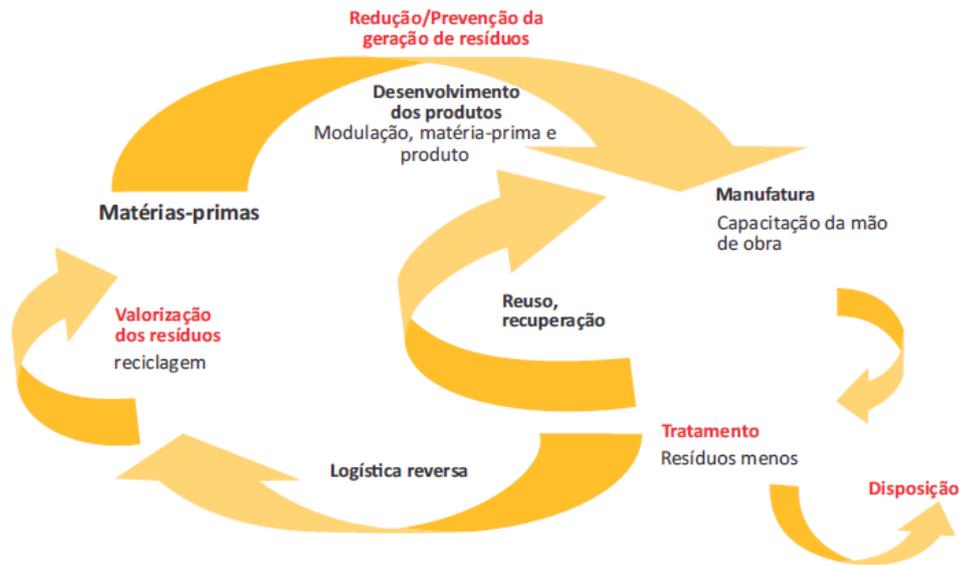


FIG. 5 – Modelo integrado de gerenciamento de resíduos (figura adaptada)².

Conforme pode ser verificado na figura a seguir (FIG. 6), o projeto de apoio às políticas públicas na área de gestão e controle ambiental classifica os tipos de resíduos de madeira de acordo com sua origem³.

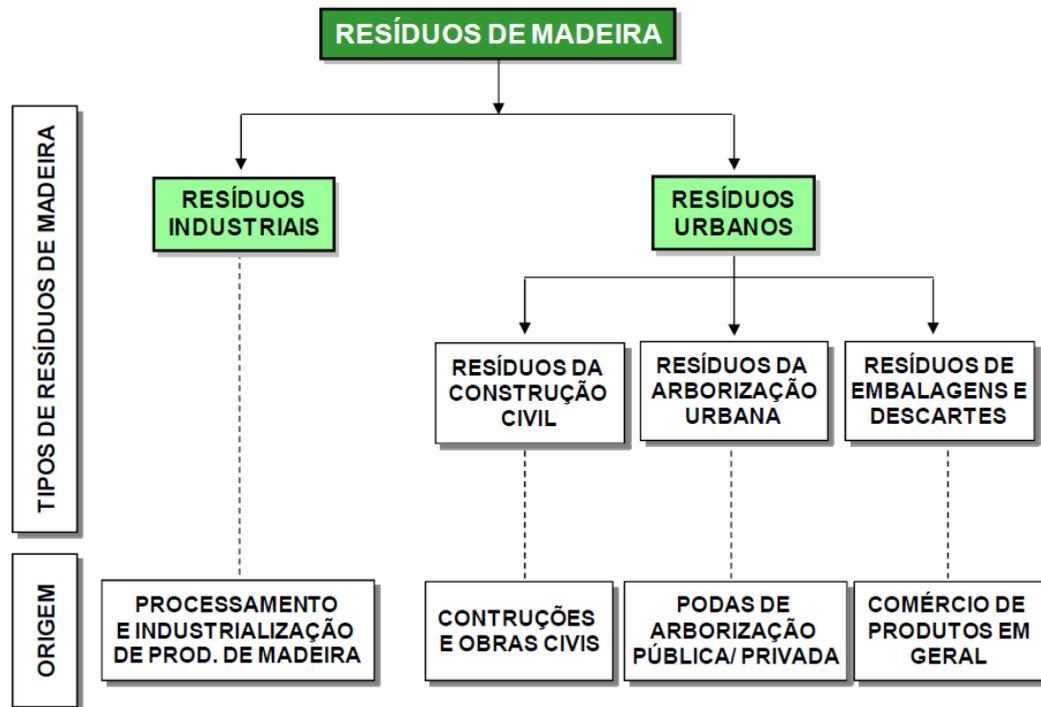


FIG. 6 – Classificação dos tipos de resíduos de madeira (figura adaptada)³.

¹ Gerente Industrial - Brudden / Movement, BRUDDEN, Brasil.

^{2,3,4,5} Universidade Estadual Paulista "Júlio de Mesquita Filho".

Revista Saúde e Meio Ambiente – RESMA, Três Lagoas, v. 5, n.3, pp. 24-40, agosto/dezembro. Edição especial 2017. ISSN: 2447-8822

As empresas do setor de árvores plantadas, com o intuito de diminuir a geração e assegurar a melhor destinação dos resíduos sólidos de suas atividades (florestais e industriais) têm como prática a gestão rigorosa dos mesmos, atendendo aos requisitos legais e de certificação relativos ao assunto¹.

Conforme pode ser observado na figura a seguir (FIG. 7), em 2016, o setor de árvores plantadas gerou cerca de 47,8 milhões de toneladas de resíduos sólidos. Destas, 33,7 milhões de toneladas (70,5%) foram provenientes das atividades florestais e 14,1 milhões de toneladas (29,5%) foram provenientes de atividades industriais. Há de se ressaltar que na atividade florestal, 99,7% de resíduos como casca, galhos e folhas são mantidos no campo em forma de proteção e adubação do solo. Na atividade industrial, 66,0 % dos resíduos são orientados para a geração de energia (em sua maioria nas caldeiras de vapor e eventualmente na geração de energia elétrica) e 25,5% dos resíduos (cavacos, serragem e aparas de papel) são utilizados como matéria-prima por empresas do setor de árvores plantadas.

Atividade Activity	Item Item	Milhões (t) Million (t)	%	Destinação final Final destination
Florestal Forest (70,5%)	Cascas, galhos e folhas <i>Bark, branches, and leaves</i>	33,6	99,7	Mantidos no campo, como proteção e adubação do solo. <i>Kept in the fields to protect and fertilize the soil.</i>
	Óleos, graxas e embalagens de agroquímicos <i>Oils, grease, and agrochemical packaging</i>	0,1	0,3	Encaminhados atendendo critérios legais até a sua destinação final. <i>Dispatched to final destination according to legal criteria.</i>
	Subtotal	33,7	100	-
Industrial Industry (29,5%)	Cavacos, serragem e licor negro <i>Chips, sawdust, and black liquor</i>	9,3	66,0	Destinados para geração de energia, por meio da queima em caldeiras. <i>Destined for power generation, burned in boilers.</i>
	Cavacos, serragem e aparas de papel <i>Chips, sawdust, and paper scraps</i>	3,6	25,5	Reutilizados como matéria-prima por empresas do setor de árvores plantadas. <i>Reused as raw materials by companies in the planted tree sector.</i>
	Lama de cal e cinza de caldeiras <i>Lime sludge and boiler ash</i>	0,7	5,0	Reutilizados como matéria-prima por outros setores industriais. <i>Reused as raw materials by other industrial sectors.</i>
	Compostos químicos e outros <i>Chemical compounds and others</i>	0,5	3,5	Encaminhados para aterros industriais atendendo aos critérios legais. <i>Sent to industrial landfills according to legal criteria.</i>
	Subtotal	14,1	100	-
Total		47,8	100	-

FIG. 7 – Resíduos gerados, por tipo e métodos de disposição, 2016 (figura adaptada)¹.

Em relação aos resíduos da indústria madeireira, uma parte é destinada à produção de carvão, cabos, briquetes, embalagem e etc (produtos de maior valor agregado), mas também são utilizados para queima nos fornos de olarias e caldeiras, sobretudo nas regiões centro-

¹ Gerente Industrial - Brudden / Movement, BRUDDEN, Brasil.

^{2,3,4,5} Universidade Estadual Paulista "Júlio de Mesquita Filho".

Revista Saúde e Meio Ambiente – RESMA, Três Lagoas, v. 5, n.3, pp. 24-40, agosto/dezembro. Edição especial 2017. ISSN: 2447-8822

oeste, sudeste e sul do Brasil. A maravalha (resíduo de serrarias e reprocessamento de madeira em empresas de móveis) é utilizada com cama de aviário na criação de frangos de corte³.

No estudo de diagnóstico da geração de resíduos na produção de móveis: subsídios para a gestão empresarial, consta que a indústria de serraria e laminação brasileira exibe aproveitamento médio de 49,29% e os resíduos provenientes de suas operações correspondem a 50,71%⁴.

Também existe a contribuição para a sustentabilidade da cadeia da madeira, através da possibilidade do emprego de resíduos industriais de materiais lignocelulósicos como matéria-prima na produção de pequenos objetos de madeira que provavelmente se transformaria em cavaco para queima⁵.

3.1 Aproveitamento de resíduos de madeira para fins energéticos

Em estudo sobre o uso energético de resíduos madeireiros na produção de cerâmicas no estado de São Paulo, conforme consulta perante as associações de ceramistas, 80% das cerâmicas de porte médio no Estado de São Paulo utilizam a biomassa em forma de cavacos de madeira e que esta fonte representa de maneira significativa a realidade energética do setor⁶. Há também o destaque que:

A opção por esse tipo de biomassa, segundo as associações entrevistadas, se deve a quatro razões principais: a) disponibilidade crescente desse material para aquisição no mercado; b) melhoria ambiental, uma vez que se trata de um resíduo industrial ou material de origem renovável; c) garantia de maior homogeneidade na combustão, quando comparado com a lenha, em função do menor tamanho das partículas que o compõem e d) possibilidade de automatização da alimentação das fornalhas. Estes dois últimos aspectos indicam uma tendência estadual de substituição gradativa da lenha tradicionalmente usada e carregada manualmente por cavacos, com a carga das fornalhas sendo feita por meio de esteiras rolantes⁶.

Outra forma de aproveitamento de resíduos de madeira para fins energéticos é na manufatura de pellets. Nas últimas duas décadas, a indústria brasileira passou a processar um volume mais significativo de pellets para comercialização nos mercados internacional e nacional. Os pellets são provenientes do processo de compactação das fibras da madeira em elevada temperatura e pressão. De maneira geral, os pellets são manufaturados a partir de resíduos de plantios florestais, mas é possível o uso de resíduos industriais madeireiros de

¹ Gerente Industrial - Brudden / Movement, BRUDDEN, Brasil.

^{2;3;4;5} Universidade Estadual Paulista "Júlio de Mesquita Filho".

Revista Saúde e Meio Ambiente – RESMA, Três Lagoas, v. 5, n.3, pp. 24-40, agosto/dezembro. Edição especial 2017. ISSN: 2447-8822

espécies de elevada densidade e poder calorífico. Em função destas características, os pellets são utilizados como substituto do carvão para geração de energia e para o aquecimento residencial e comercial. A próxima figura (FIG. 8) mostra o processo de manufatura de extrusão de pellets.

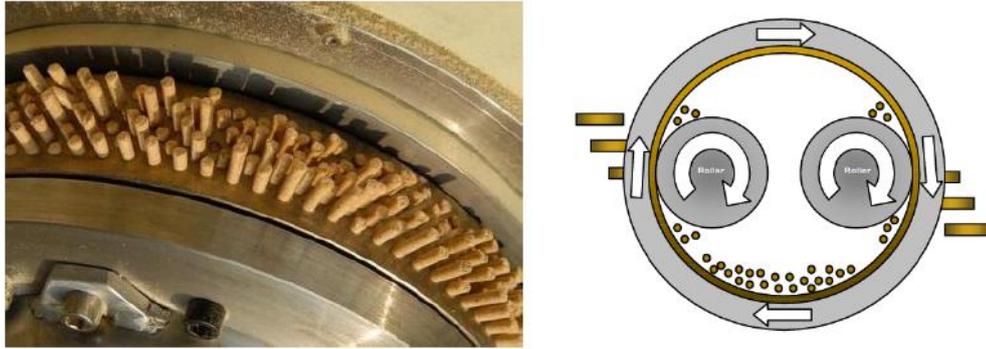


FIG. 8 – Processo de manufatura de extrusão de pellets (figura adaptada)⁷.

Este aumento se justifica. O poder calorífico de uma tonelada de pellets é cerca de 70% do poder calorífico de uma tonelada de carvão. Além disso, o custo do gigajoule (\$/GJ) a partir de pellets para aquecimento residencial é significativamente menor que o custo do gigajoule (\$/GJ) a partir de eletricidade ou queima de óleo⁷. A tabela a seguir (TAB. 1) mostra a comparação de valores.

TAB. 1 – Comparação de custos de energia para o aquecimento residencial (tabela adaptada)⁷.

Combustível	Poder Calorífico	Custo Unitário	Eficiência	\$/GJ
Queima de óleo	0,037 GJ/litro	1,22 \$/litro	80	41,22
Eletricidade	3,6 GJ/MWh	123 \$/MWh	100	34,17
Pellets de madeira	17,5 GJ/tonelada	270 \$/tonelada	80	19,29
Gás natural	0,037 GJ/m ³	0,30 \$/m ³	80	10,14

A figura a seguir (FIG. 9) mostra o sistema de utilização de pellets para aquecimento residencial.

¹ Gerente Industrial - Brudden / Movement, BRUDDEN, Brasil.

^{2;3;4;5} Universidade Estadual Paulista "Júlio de Mesquita Filho".

Revista Saúde e Meio Ambiente – RESMA, Três Lagoas, v. 5, n.3, pp. 24-40, agosto/dezembro. Edição especial 2017. ISSN: 2447-8822

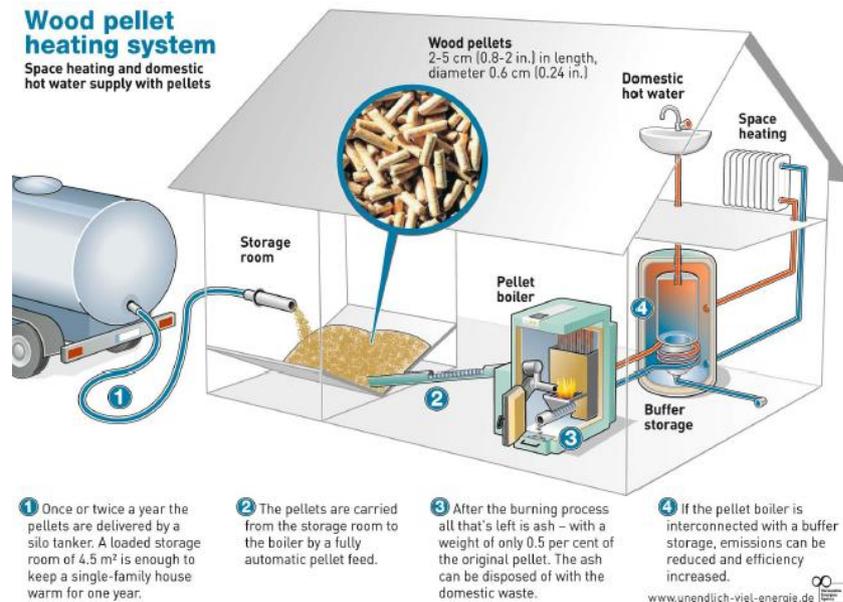


FIG. 9 – Sistema de utilização de pellets para aquecimento residencial (figura adaptada)⁷.

Portanto, a utilização de pellets mostra-se altamente competitiva de ponto de vista da relação ecológica versus o potencial técnico de utilização e custo energético.

Outra forma de aproveitamento de resíduos de madeira para fins energéticos é a utilização de briquetes. O briquete é um combustível ecológico sólido, proveniente da compactação de resíduos lignocelulósicos como serragem, cavacos de madeira, casca de arroz, palha de milho e outras biomassas florestais em elevada temperatura e pressão. Os briquetes representam uma alternativa para o aproveitamento dos resíduos das madeiras (serragem, refugos e pedaços de madeira menores sem fins comerciais)⁸. Também podem ser obtidos através da combinação de mais de um resíduo lignocelulósico.

Geralmente no formato cilíndrico, denso e compacto, os briquetes tornam-se uma fonte energética ecológica em substituição ao gás natural, carvão vegetal, carvão mineral e lenha, por possuir alto poder calorífico, regularidade térmica, elevada temperatura da chama, fácil manuseio, transporte e armazenagem. São ideais para serem usados em fornos e caldeiras, nos quais produzem calor e vapor de boa qualidade, até mesmo superior aos combustíveis fósseis. Além das considerações técnicas pertinentes, tem o apelo sustentável e por utilizar resíduos em seu processamento, proporciona economia considerável. A figura a seguir (FIG. 10) ilustra um conjunto de briquetes.

¹ Gerente Industrial - Brudden / Movement, BRUDDEN, Brasil.

^{2;3;4;5} Universidade Estadual Paulista "Júlio de Mesquita Filho".

Revista Saúde e Meio Ambiente – RESMA, Três Lagoas, v. 5, n.3, pp. 24-40, agosto/dezembro. Edição especial 2017. ISSN: 2447-8822



FIG. 10 – Briquetes provenientes da compactação de resíduos lignocelulósicos (figura adaptada)⁹ .

Em seu site na rede mundial de computadores, a empresa Eucatex, menciona que, sempre atenta às ações que possam contribuir para a preservação ambiental e principalmente das florestas, investe no reaproveitamento de resíduos de madeira, reduzindo a poluição no meio ambiente. O programa de reciclagem Eucatex utiliza resíduos de madeira na geração de energia e tem como objetivo evitar que toneladas de resíduos de madeira sejam jogadas em aterros sanitários, preservar 1 milhão de árvores por ano em suas áreas de reflorestamento e economizar 15 milhões de litros de água. Para tanto, menciona que: (a) utiliza a biomassa na geração de energia, pois além de ser uma tecnologia mais econômica e menos impactante ao meio ambiente, não depende de queima de óleo diesel ou gás natural, (b) gera responsabilidade ambiental, pois através da conscientização junto aos parceiros, os mesmos deixam de descartar os resíduos nos aterros e terrenos baldios e (c) gera responsabilidade social, através de parcerias com cooperativas e com a APAE, que recebem benefícios de acordo com o volume arrecadado¹⁰ .

A figura a seguir (FIG. 11) mostra o sequenciamento de atividades do programa de reciclagem Eucatex. Os resíduos coletados em caçambas ou recebidos são recolhidos e transportados para o processamento (A). Na Central de Reciclagem (B), acontecem o processo de trituração (C), retirada de materiais não ferrosos e metais (D), limpeza e separação (E). O material resultante é armazenado (F) e utilizado para geração de energia (G) ou como parte do processo de produção (H).

¹ Gerente Industrial - Brudden / Movement, BRUDDEN, Brasil.

^{2;3;4;5} Universidade Estadual Paulista "Júlio de Mesquita Filho".

Revista Saúde e Meio Ambiente – RESMA, Três Lagoas, v. 5, n.3, pp. 24-40, agosto/dezembro. Edição especial 2017. ISSN: 2447-8822



FIG. 11 – Sequenciamento de atividades do programa de reciclagem Eucatex (figura adaptada)¹⁰ .

3.2 Aproveitamento de resíduos de madeira para produção de painéis de madeira

As indústrias que compõem a cadeia produtiva de madeira serrada, lâminas e compensados geram um volume significativo de resíduos, costaneiras, refilos, aparas, cascas, serragem, cepilhos, maravalhas e etc. Somados estes valores alcançam a ordem de 19.250.000 m³/ano, o que representa 50,71% do volume original de toras. A geração de resíduos de madeira deve ser enxergada como uma fonte de matéria-prima complementar de custo baixo quando a uma distância satisfatória das indústrias. Assim, o aproveitamento de resíduos para a produção de painéis de madeira reconstituída pode ser uma alternativa para se obter um produto de maior valor agregado¹¹.

Em estudo sobre o processo de manufatura de painéis de MDP - Medium Density Particleboard, existe a abordagem incisiva da substituição de matéria-prima virgem por matéria-prima alternativa na indústria de madeira reconstituída. Há uma comparação das propriedades de densidade (g/cm³), flexão (kgf/cm²), inchamento e absorção (%), resistência superficial (kgf/cm²), tração perpendicular (kgf/cm²) e umidade residual (%) entre 12 amostras de chapas de madeira aglomerada provenientes de toras (denominadas painéis convencionais - constituídos com 100% de cavacos de toras de eucalipto e pinus) e 12 amostras de chapas manufaturadas por meio da adição de matéria-prima alternativa (denominadas painéis especiais/alternativos – constituídos com 80% de cavacos de toras de eucalipto e pinus, 15% de resíduos de serraria e 5% de resíduos moveleiros) e com base nos resultados obtidos, pode-se concluir que a utilização de matéria-prima alternativa (objeto do estudo) garante a qualidade dos painéis de chapas de madeira aglomerada, além de

¹ Gerente Industrial - Brudden / Movement, BRUDDEN, Brasil.

^{2;3;4;5} Universidade Estadual Paulista "Júlio de Mesquita Filho".

Revista Saúde e Meio Ambiente – RESMA, Três Lagoas, v. 5, n.3, pp. 24-40, agosto/dezembro. Edição especial 2017. ISSN: 2447-8822

proporcionar um equilíbrio ambiental, em detrimento da diminuição dos impactos ambientais¹¹.

A tabela a seguir (TAB. 2) mostra um outro delineamento experimental com tratamentos com 2% de catalisador (base sólido de resina), 1% de parafina (base peso seco das partículas de madeira), misturas de 6% e 10% de resina ureia-formaldeído (base peso seco das partículas de madeira) e combinações de 33%+33%+33%, 50%+50% e 100% de resíduos de painéis compensados, MDF e MDP com o objetivo de analisar o potencial de uso de resíduos provenientes da produção de painéis compensados, MDF e MDP para a manufatura de painéis aglomerados de madeira.

TAB. 2 – Delineamento experimental (tabela adaptada)¹².

Tratamento	Resíduos	Combinação dos resíduos (%)	Proporção de resina (%)
T1	MDP	100	10
T2	Compensado	100	10
T3	MDF	100	10
T4	MDP e MDF	50+50	10
T5	MDP e compensado	50+50	10
T6	Compensado e MDF	50+50	10
T7	MDP, compensado e MDF	33+33+33	10
T8	MDP	100	6
T9	Compensado	100	6
T10	MDF	100	6

Com base nos resultados obtidos, a comparação das propriedades de densidade (g/cm^3) e teor de umidade (%), absorção de água (%), inchamento em espessura (%), módulo de ruptura (MPa), módulo de elasticidade (MPa), tração perpendicular à superfície (MPa) e resistência ao arrancamento de parafuso (N) entre 30 amostras (3 de cada tratamento) em relação aos requisitos das normas EN e ABNT, evidencia que há viabilidade técnica para utilização de resíduos de compensados, MDF e MDP puros ou combinados entre si para a manufatura de painéis aglomerados de madeira¹².

3.3 Aproveitamento de resíduos de madeira na indústria de papel e celulose

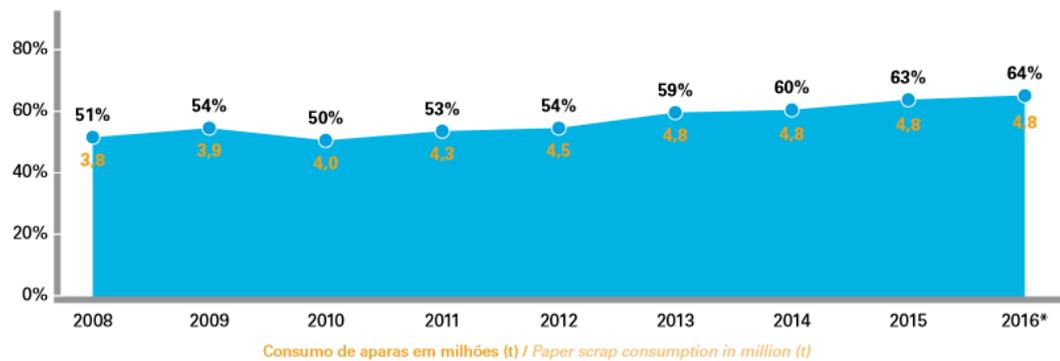
¹ Gerente Industrial - Brudden / Movement, BRUDDEN, Brasil.

^{2,3,4,5} Universidade Estadual Paulista "Júlio de Mesquita Filho".

Revista Saúde e Meio Ambiente – RESMA, Três Lagoas, v. 5, n.3, pp. 24-40, agosto/dezembro. Edição especial 2017. ISSN: 2447-8822

Como a indústria de celulose e papel utiliza matéria-prima de florestas plantadas, o aproveitamento de resíduos é mais bem organizado e comumente canalizado como biomassa para cogeração, uma vez que este segmento necessita de energia em seu processo industrial³.

O Brasil integra a lista dos principais recicladores de papel no mundo¹. Conforme pode ser observado na figura a seguir (FIG 12), estima-se que 64% de todo o papel passível de reciclagem no país em 2016 retornaram ao processo produtivo, o que corresponde a 4,8 milhões de toneladas.



(*) Estimativa com base nas associadas da Iba. / (*) Estimate based on Iba member companies.

FIG. 12 – Evolução da taxa de reciclagem de papéis no Brasil, 2016 (figura adaptada)¹.

3.4 Aproveitamento de resíduos de madeira na constituição de compósitos

A utilização de resíduos de madeira para a constituição de materiais compósitos tem crescido significativamente nos últimos anos. A oferta e a variedade de produtos confeccionados a partir de materiais compósitos, constituídos em parte por resíduos de madeira, aumentam a cada dia. A proposta de substituição de materiais usuais e o forte apelo da sustentabilidade agregam-se à tecnologia dos compósitos para convencer o consumidor a optar pela alternativa.

A figura a seguir (FIG 13) mostra a utilização de régua de compósitos que utilizam resíduos de madeira em sua composição e oferecem uma alternativa ao tradicional uso da madeira.

¹ Gerente Industrial - Brudden / Movement, BRUDDEN, Brasil.

^{2;3;4;5} Universidade Estadual Paulista "Júlio de Mesquita Filho".

Revista Saúde e Meio Ambiente – RESMA, Três Lagoas, v. 5, n.3, pp. 24-40, agosto/dezembro. Edição especial 2017. ISSN: 2447-8822



FIG. 13 – Deck proveniente da utilização de compósitos de PVC e resíduos de madeira (figura adaptada)¹³.

O uso do resíduo na forma de serragem reciclada é uma ótima resposta de preservação do meio ambiente. Além de preencher os requisitos do princípio da circulação de material e ser manufaturado em um processo de baixo impacto ambiental (conceitos propostos pela ecologia industrial), o eco-compósito mostra ter boas propriedades físicas e mecânicas¹⁴.

Os resíduos de madeira, quando combinados de forma adequada com cimento podem resultar na confecção de painéis denominados cimento-madeira, que apresentam boa resistência ao ataque de insetos xilófagos e fungos, bom isolamento térmico e acústico e são de fácil manuseio para construção civil. A próxima figura (FIG. 14) mostra um exemplo de construção utilizando painéis de cimento-madeira.



FIG 14 – Painéis cimento-madeira confeccionados a partir de resíduos de madeira e utilizados na construção civil (figura adaptada)¹⁵.

3.5 Outras formas de aproveitamento de resíduos de madeira

O estudo sobre a análise dos resíduos madeireiros gerados pelas serrarias do município de Eunápolis-BA destaca que:

¹ Gerente Industrial - Brudden / Movement, BRUDDEN, Brasil.

^{2;3;4;5} Universidade Estadual Paulista "Júlio de Mesquita Filho".

Revista Saúde e Meio Ambiente – RESMA, Três Lagoas, v. 5, n.3, pp. 24-40, agosto/dezembro. Edição especial 2017. ISSN: 2447-8822

Constatou-se que os principais resíduos gerados pelas serrarias são serragem (36,17%), lenha (25,53%), maravalhas (23,40%) e cavacos (12,77%). Em relação à destinação dos resíduos gerados pelas serrarias avaliadas, constatou-se que a maioria das empresas (55%) realiza a venda dos resíduos para a geração de energia em cerâmicas próximas ao município, 17% realizam a venda dos resíduos para utilização em baias de animal, 16% doam a interessados, 8% descartam nos lixões e 2% utilizam para confecção de pequenos artefatos de madeira¹⁶.

Também existem outros usos potenciais para o aproveitamento dos resíduos produzidos por serrarias, como a produção de adubo orgânico por compostagem e a fabricação de pequenos objetos de madeira e o surgimento de cooperativas poderia viabilizar técnica e economicamente a utilização destas alternativas¹⁶.

Já os resíduos de madeira urbanos compõem um passivo ambiental e são classificados em: (a) resíduos da construção civil, (b) resíduos da arborização urbana e (c) resíduos de embalagem e descartes³.

Em relação aos resíduos da construção civil, no Brasil, é usual não haver segregação destes dos demais resíduos sólidos e o principal destino é o aterro sanitário. Como fator limitante à reciclagem, há a contaminação com concreto, argamassa, metais (pregos, arames, grampos, parafusos, dobradiças e etc) e agentes desmoldantes³.

Os resíduos de embalagem de madeira (principalmente paletes e caixas de madeira) são reaproveitados sempre que possível em grandes e médios centros urbanos. Também há empresas especializadas na recuperação e revenda de paletes³.

Resíduos provenientes de descarte de produtos acabados de madeira, paredes e portas de casas de madeira, troncos de árvores e tábuas têm sido utilizados na confecção de pequenos objetos de madeira e objetos decorativos. É visível o aumento de estabelecimentos comerciais destinados à venda de produtos oriundos desta finalidade.

4. Considerações Finais

Em face à magnitude das áreas plantadas e da indústria de base florestal no Brasil, a geração de resíduos de madeira atinge valores significantes. Toda ação que tem por objetivo principal a utilização destes resíduos gera impacto altamente positivo no meio ambiente, reduzindo a poluição e a necessidade de aumento do número de aterros sanitários. Ademais, os desenvolvimentos científico e tecnológico contribuem como ferramentas eficazes para que os resíduos gerados ao longo de todo o fluxo de manufatura da madeira sejam aproveitados,

¹ Gerente Industrial - Brudden / Movement, BRUDDEN, Brasil.

^{2,3,4,5} Universidade Estadual Paulista "Júlio de Mesquita Filho".

Revista Saúde e Meio Ambiente – RESMA, Três Lagoas, v. 5, n.3, pp. 24-40, agosto/dezembro. Edição especial 2017. ISSN: 2447-8822

proporcionem agregação de valor e atuem com efetividade na concepção de produtos alternativos.

A participação efetiva de empresas privadas é fundamental para alavancar este tipo de iniciativa, pois as mesmas geralmente detêm as tecnologias para utilização eficiente de resíduos em seus processos produtivos e recursos para a manufatura de itens alternativos de maior valor agregado. O maior desafio torna-se o aproveitamento de resíduos de madeira que são gerados de maneira descentralizada, isolada e concentram-se nos últimos elos da cadeia de manufatura da madeira ou no descarte de um produto final. Nestes casos, o aproveitamento de resíduos de madeira depende de iniciativas pontuais e muitas vezes artesanais, que apesar das adversidades citadas, tem angariado mais soluções ao longo dos anos.

5. Referências Bibliográficas

1. IBÁ – INDÚSTRIA BRASILEIRA DE ÁRVORES. Brazilian Tree Industry. Publicação IBÁ 2017. 80 p. Disponível em: http://iba.org/images/shared/Biblioteca/IBA_RelatorioAnual2017.pdf. Acesso em: 12 nov. 2017.
2. NOLASCO, Adriana Maria; ULIANA, Lis Rodrigues. Gerenciamento de resíduos na indústria de pisos de madeira. Projeto Piso de Madeira Sustentável - PIMADS. ANPM. Universidade de São Paulo. Piracicaba, 2014, 40 p.
3. WIECHETECK, Marcelo. Projeto PNUD BRA 00/20: Apoio às Políticas Públicas na Área de Gestão e Controle Ambiental. Sumário Executivo: aproveitamento de resíduos e subprodutos florestais, alternativas tecnológicas e propostas de políticas ao uso de resíduos florestais para fins energéticos. Ministério do Meio Ambiente. Secretaria de Mudanças Climáticas e Qualidade Ambiental. Secretaria de Biodiversidade e Florestas. Curitiba, 2009. 40 p.
4. ULIANA, Lis Rodrigues. Diagnóstico da geração de resíduos na produção de móveis: subsídios para a gestão empresarial. Piracicaba, 2005. 102 p. Dissertação (Mestrado em Recursos Florestais). Universidade de São Paulo. Escola Superior de Agricultura Luiz de Queiroz, 2005.
5. BARBOSA, J. C.; CAMPOS, C. I. de; VASCONCELOS, J. S.; ARAUJO, V. A.; WAKABAYASHI, M. K.; REGLI, J. P. Aproveitamento de resíduos da indústria madeireira para utilização em pequenos empreendimentos econômicos solidários. 3rd International Workshop Advances in Cleaner Production. São Paulo, 2011. 10 p.
6. LOPES, Guilherme de Andrade; BRITO, José Otávio; MOURA, Luiz Fernando. Uso energético de resíduos madeireiros na produção de cerâmicas no estado de São Paulo. Ciência Florestal. ISSN 0103-9954. Santa Maria, 2016. v. 26, n. 2, p. 679-686.
7. WOOD PELLET ASSOCIATION OF CANADA. Wood pellets for power and heat. Legislative Energy Horizon Institute. Richland-WA, 2013.
8. PANCIERI, Beatriz Moreira. A produção de briquetes como incentivo à sustentabilidade - aplicabilidade da logística reversa em madeireiras no município de Tomé-Açu. XXIX Encontro Nacional de Engenharia de Produção. A Engenharia de Produção e o Desenvolvimento Sustentável: Integrando Tecnologia e Gestão. Salvador, 2009. 13 p.

¹ Gerente Industrial - Brudden / Movement, BRUDDEN, Brasil.

^{2,3,4,5} Universidade Estadual Paulista "Júlio de Mesquita Filho".

Revista Saúde e Meio Ambiente – RESMA, Três Lagoas, v. 5, n.3, pp. 24-40, agosto/dezembro. Edição especial 2017. ISSN: 2447-8822

9. CELULOSE ON LINE. Carvão Ecológico: produção de briquete é mais um mercado para a biomassa. Disponível em: <http://celuloseonline.com.br/producao-de-briquete-e-mais-um-mercado-para-biomassa-da-cana/>. Acesso em: 10 set. 2016.
10. RECICLAGEM EUCATEX. In: Você está em: Home / Sustentabilidade / Reciclagem Eucatex. Disponível em: <http://www.eucafloor.com.br/pt/sustentabilidade/reciclagem-eucatex>. Acesso em: 10 set. 2016.
11. TEIXEIRA, Marneli Ferreira. Substituição de matéria-prima virgem por matéria-prima alternativa na indústria de madeira reconstituída. Lajeado, 2011. 106 p. Dissertação (Mestrado em Ambiente e Desenvolvimento). Centro Universitário UNIVATES, 2011.
12. WEBER, Cristiane; SETSUO, Iwakiri. Utilização de resíduos de compensados, MDF e MDP para a produção de painéis aglomerados. *Ciência Florestal*. ISSN 0103-9954. Santa Maria, 2015. v. 25, n. 2, p. 405-413.
13. MEDIAÇÃO OBRAS & REMODELAÇÕES. Decks de compósitos de madeira para jardins e piscinas. In: <http://obrasremodelacoes.blogspot.com.br/2013/09/obras-remodelacoes.html>. Acesso em: 10 out. 2016.
14. TEIXEIRA, Marcelo Geraldo; CÉSAR, Sandro Fábio. Produção de compósito com resíduos de madeira no contexto da ecologia industrial. Anais do 10º Encontro Brasileiro de Madeira no Contexto da Ecologia Industrial. CEVEDMAD/UNESP - EBRAMEM. São Pedro, 2006. 15 p.
15. PORTAL DA MADEIRA. Aspectos técnicos e curiosidades. Compósito cimento-madeira. Em que consiste. In: <http://portaldamadeira.blogspot.com.br/2010/02/composito-madeira-cimento-em-que.html>. Acesso em: 10 out. 2016.
16. CERQUEIRA, Pedro Henrique Alcântara de; VIEIRA, Giovanni Correia; BARBERENA, Iara Magalhães; MELO, Lara Clímaco; FREITAS, Luís Carlos de. Análise dos resíduos madeireiros gerados pelas serrarias do município de Eunápolis-BA. *Floresta e Ambiente*. ISSN 1415-0980 (impresso). ISSN 2179-8087 (online). 2012. p. 506-510.

¹ Gerente Industrial - Brudden / Movement, BRUDDEN, Brasil.

^{2;3;4;5} Universidade Estadual Paulista "Júlio de Mesquita Filho".

Revista Saúde e Meio Ambiente – RESMA, Três Lagoas, v. 5, n.3, pp. 24-40, agosto/dezembro. Edição especial 2017. ISSN: 2447-8822