

Materiais alternativos para produção de painéis aglomerados

Autores:

Flávia Maria Silva Brito

Doutora em Recursos Florestais,
Universidade Federal do Espírito
Santo, Jeronimo Monteiro

Geraldo Bortoletto Júnior

Escola Superior de agricultura Luiz de
Queiroz

Glaucileide Ferreira

Universidade Federal do Espírito Santo

Juarez Benigno Paes

Universidade Federal do Espírito Santo

DOI: 10.58203/Licuri.21890

Como citar este capítulo:

BRITO, Flávia Maria Silva *et al.* Materiais alternativos para produção de painéis aglomerados. In: Andrade, Jaily Kerller Batista (Org.). **Estudos e tendências atuais em Ciências Ambientais e Agrárias**. Campina Grande: Licuri, 2023, p. 105-117.

ISBN: 978-65-85562-18-8

Resumo

A utilização de matérias-primas alternativas, como a biomassa e resíduos na produção de aglomerados, é uma abordagem viável à crescente procura global de materiais à base de madeira. Esta revisão de literatura tem por objetivo descrever as principais características do bambu, com foco no *Dendrocalamus ásper* e do bagaço de cana de açúcar, como possíveis fontes de matéria-prima para produção de painéis aglomerados. Serão abordados os principais desafios em relação a utilização da biomassa como fonte de matéria-prima para produtos reconstituídos. Com base nos trabalhos já desenvolvidos, descritos na literatura, afirma-se que ambos materiais possuem potencial para serem utilizados como matéria-prima nas indústrias de aglomerados. Dessa forma existe uma grande perspectiva de que estes materiais promissores possam contribuir com o desenvolvimento sustentável garantindo assim a continuidade do sistema de produção nas indústrias de uma forma mais viável do ponto de vista econômico e ambiental.

Palavras-chave: Resíduos. Biomassa. Produtos reconstituídos. Pesquisa.

INTRODUÇÃO

Painéis aglomerados são produtos fabricados com partículas de madeira, encoladas com resina sintética ou outro aglutinante, conformadas em prensa automatizada sob determinadas condições de pressão e temperatura. A produção no Brasil de painéis aglomerados, segundo a Food and Agriculture Organization - FAO, (2023), foi 3.560,000 m³, no ano de 2022. Eles são produtos utilizados como matéria-prima em movelarias, divisórias e em estruturas leves da construção civil. No Brasil, madeiras oriundas de reflorestamento como *Pinus* e *Eucalyptus* são as mais empregadas para a produção de painéis aglomerados (IWAKIRI et al., 2018).

Entretanto alguns pesquisadores citam vantagens de utilizar resíduos lignocelulósicos, que são disponíveis em grandes quantidades, tem caráter biodegradável e baixo custo (KLIMEK, et al., 2018), além disso, caso descartados de forma inadequada podem promover impactos ambientais (DURAN et al., 2023) e a sua utilização para produção de novos materiais viabiliza o desenvolvimento de materiais sustentáveis (MARAVEAS, 2020).

Uma opção é o bagaço de cana-de-açúcar. Este insumo é um dos resíduos agrícolas mais promissores como fonte alternativa para produção de painéis aglomerados (MACHADO et al., 2017). O Brasil é o maior produtor mundial de cana, e, segundo a Companhia Nacional de Abastecimento - CONAB (2023) produziu 653 milhões de toneladas na safra 2022/2023. Em larga escala, uma tonelada de cana processada gera em torno de 250 a 280 kg de bagaço (RODRIGUES; ROSS, 2020).

Outra alternativa como fonte de matéria-prima é o bambu. Países como China, Malásia, Costa Rica e Vietnã produzem painéis de partículas de bambu e comercializam nos mercados (GAUSS et al., 2019). Assim como a madeira, os colmos de bambu são fontes importantes e estratégicas para fornecimento de matéria-prima fibrosa, com mais de 1.600 espécies e produção média de biomassa seca de 22 ton/ha. O bambu é relevante no Brasil, segundo o Management and Strategic Studies Center - MSSC (2018), o gênero *Guadua* ocorre naturalmente em uma área de 18 milhões de hectares na floresta tropical do estado do Acre, na fronteira com o Peru.

As espécies de bambu são geralmente caracterizadas pelo rápido crescimento e propriedades físico-mecânicas dos colmos e são recomendadas para painéis aglomerados,

pisos, revestimentos e móveis (RUSCH et al., 2019) incluindo painéis aglomerados utilizando resíduos de processamento com condições de fornecimento e acessibilidade de matéria-prima (GAUSS et al., 2019).

O forte apelo do bambu como produto sustentável e material abundante, além de suas propriedades intrínsecas, tem recebido a atenção de várias universidades e instituições em todo o mundo. É possível notar uma tendência crescente no número de publicações relacionadas à pesquisa científica do bambu (GAUSS et al., 2019). Alguns artigos, frutos de Dissertações e Teses, vem sendo publicados e demonstram alto potencial no uso destes materiais com bagaço de cana de açúcar e a junção de ambos como tentativa para melhorar suas propriedades, que serão descritos no decorrer desta revisão.

Esta revisão de literatura tem por objetivo discorrer sobre bagaço de cana de açúcar e bambu como possíveis fontes de abastecimento das industriais de painéis aglomerados.

CARACTERÍSTICAS GERAIS DO BAMBU

Os bambus são monocotiledôneas perenes e de rápido crescimento pertencentes à subfamília Bambusoideae na família Gramineae (SORENG et al., 2015). A localização geográfica geralmente determina a escolha da matéria-prima. Há 62% de bambu distribuído na Ásia e Oceania, 34% na América e 4% na África. As condições adequadas, em geral, para o crescimento do bambu estão nas zonas tropicais e subtropicais, com umidade relativa adequada, sem frio e geadas severas (PEREIRA; BERALDO, 2008).

Existem mais de 1200 espécies de bambus, capazes de ocupar um grande número de habitats diferentes (GUERRA et al., 2016). Entre os países da América Latina, o Brasil possui a maior diversidade de espécies de bambu, o que corresponde a, aproximadamente, 230 espécies de 34 gêneros (FILGUEIRAS; GONÇALVES, 2004). Na região amazônica as florestas nativas de bambu cobrem uma área equivalente a 180.000km², metade no Brasil. Essa ocupação significativa da espécie em território nacional não se restringe aos Estados pertencentes a região Amazônica (SALGADO, 2014).

Possui rápido crescimento, fácil propagação, boa capacidade de se desenvolver em solos pobres e resistir a diferentes temperaturas, suas fibras têm sido amplamente utilizadas na indústria mundial (SETA, et al., 2020). Pode ser utilizado para construção civil, móveis, indústria de papel, setor de alimentos (OLIVEIRA JÚNIOR et al., 2020), serviços de conservação ou melhoramento de fertilidade do solo devido à constante

cobertura (SANTOS, 2014) e utensílios e objetos, decoração e paisagismos, geração de energia e carvão.

O uso do bambu pode ser prejudicado, pelo amplo ataque de organismos xilófagos, principalmente pelo coleóptero *Dinoderus minutus* (broca do bambu), por ser constituído em grande parte por amido (TIBURTINO et al., 2015), além de açúcar, proteínas e gordura (SUN et al., 2011). Estima-se que 25% da produção total seja perdida durante o processo de estocagem, danificando o colmo em suas propriedades físicas e mecânicas, as tornando impróprias para uso comercial (KIM et al., 2011). Por isso é recomendável utilizar tratamentos para aumentar a durabilidade natural do material (BRITO et al., 2020).

A utilização do bambu como matéria prima para fabricação de painéis, agrega vantagens do ponto de vista tecnológico, como o acréscimo das propriedades de resistência e estabilidade dimensional. A massa específica é uma das características mais importantes do bambu, pois a partir dela é possível avaliar o peso próprio das estruturas armadas. A razão entre massa específica aparente pela resistência e massa específica aparente pela dureza, define a aplicabilidade na construção civil, seja como uso integral ou em conjunto com outros materiais, deixando a estrutura mais leve e sem perder a resistência final pretendida (OLIVEIRA JÚNIOR et al., 2020). Os colmos possuem diferentes espessuras de parede, alturas, diâmetro e forma de crescimento, conforme a espécie. Além disso, alguns possuem poucos centímetros de altura e poucos milímetros de diâmetro, já outros pode alcançar até 60 m de altura e 20 cm de diâmetro (GHAVAMI, 2003).

Espécies exóticas no Brasil, como *Phyllostachys aurea*, *P. pubescens*, *Bambusa vulgaris*, *B. tuldoides* e *Dendrocalamus asper*, são amplamente bem adaptados e normalmente utilizado para artesanato e construção civil (GAUSS et al., 2019). Dentre as espécies utilizadas para produção de painéis aglomerados, destaca-se o *Dendrocalamus asper* (Figura 1), em função das suas boas propriedades de resistência.

O *D. asper* é uma espécie nativa do Sudeste da Ásia e, provavelmente, foi trazido para o País pelos colonizadores portugueses. Apresenta touceiras de grande porte, com até 30 m de altura e o diâmetro dos colmos na base pode atingir mais de 30 cm em touceiras cultivadas no Brasil (TOMBOLATO et al., 2012) e os internódios variam entre 20 e 50 cm (CIARAMELLO; AZZINI, 1971). Quando jovens são cobertos por tricomas, que lhes conferem uma coloração marrom (TOMBOLATO et al., 2012).

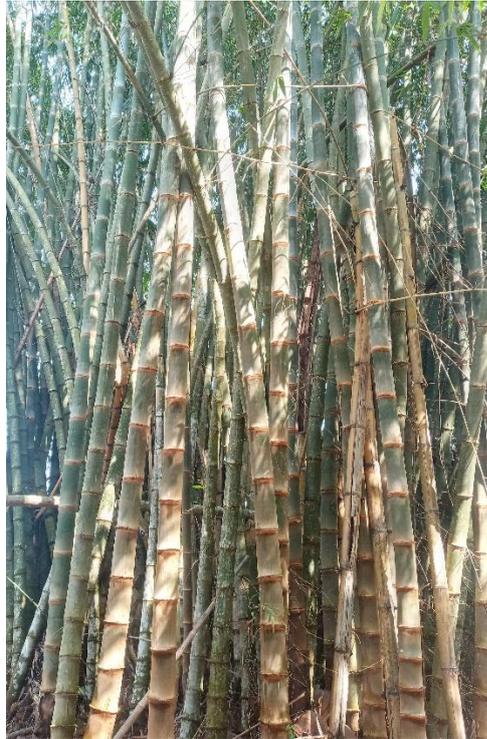


Figura 1. Colmos de bambu (*Dendrocalamus asper*).

Desenvolve-se melhor ao sol e tolera temperaturas de até -5°C . É o bambu de maior porte encontrado no Brasil, comumente identificado erroneamente como *Dendrocalamus giganteus* que é conhecido popularmente como bambu gigante e bambu balde (TOMBOLATO et al., 2012).

É uma das espécies mais versáteis cultivadas comercialmente (MUSTAFA et al., 2021) e em função do seu diâmetro os colmos têm sido utilizados como material em construções pesadas desde tempos imemoriais (LIESE; KOHL, 2015). No Brasil, essa espécie é muito utilizada para estruturas de todos os portes e na fabricação de produtos em bambu laminado colado em função da sua boa resistência e absorve muito bem a compressão, por isso é muito útil para construção em geral e paisagem ornamental, uma vez que o grande porte das hastes e a cor marrom dos colmos jovens proporcionam beleza única à touceira desta espécie de bambu (TOMBOLATO et al., 2012).

BAGAÇO DE CANA-DE-AÇÚCAR

A cultura da cana-de-açúcar foi introduzida no Brasil pelos portugueses no século XVI a partir do processo de colonização, que contribuiu para a ocupação do território,

evitando, dessa forma, invasões estrangeiras (ABONIZIO, 2021). Esta cultura, utilizada no mundo é considerada uma das mais importantes para o setor do agronegócio brasileiro (SILVA et al., 2019).

O Brasil é o maior produtor mundial de cana de açúcar e etanol. No Brasil, a segunda estimativa, da safra 2023/24, indica um aumento na produtividade da cana-de-açúcar, em relação à última safra. Estima-se uma taxa de crescimento de 6,9% em relação à safra 2022/23, resultando em uma produção de 652,9 milhões de toneladas de cana-de-açúcar. O País deverá destinar 8.288,3 mil hectares de cana-de-açúcar para a colheita, com um rendimento médio de 78.779 kg ha⁻¹ (CONAB, 2023). No Brasil existem 410 usinas de açúcar e etanol, distribuídas nos estados de São Paulo (170), Minas Gerais (42) e Goiás (38) (ABONÍZIO, 2021).

Em relação ao maior estado produtor de cana de açúcar do Brasil destaca-se São Paulo, responsável por 59,7% da produção nacional de açúcar consequentemente, também o maior produtor potencial de açúcar e etanol (CONAB, 2023). Após a moagem da cana é gerado um bagaço composto por partículas heterogêneas, com dimensões entre 1 mm a 25 mm e tamanho médio de 6 mm, podendo variar essas medidas, em função do maquinário utilizado no processamento da cana (SILVA, 2016).

Os resíduos da cana-de-açúcar geram mais de 200 milhões de toneladas anuais de bagaço (Figura 2), rico em fibras vegetais que têm potencial de uso em compósitos poliméricos. As fibras são biodegradáveis e, portanto, um recurso natural renovável, têm baixo custo, têm baixa densidade, têm baixa abrasividade e têm boa flexibilidade processamento (LIMA et al., 2021).



Figura 2. Bagaço de cana-de-açúcar. Fonte: <https://mundoagrobrasil.com.br/obtencao-materiais-bagaco-da-cana/>

Esta quantidade de biomassa produzida pode ser empregada como bioenergia ou biocombustível, impulsionando o desenvolvimento sustentável (XU et al., 2020; XIN et al., 2020), além de indústrias de papel, fibra no setor têxtil e de Engenharia Civil. De forma mais específica pode ser usado para reforçar materiais compósitos criando um tipo de material totalmente novo e contribuindo com a economia circular (MAHMUD; ANANNYA, 2021). Por ter uma composição química semelhante a madeira, pode ser utilizado como fonte de matéria prima para painéis aglomerados (MACHADO et al., 2017). Em relação à produção de painéis aglomerados, tal resíduo além de ter uma agregação de valor, pode ajudar a atender à demanda da indústria de painéis, o que ainda poderá causar uma redução nos custos de produção e conseqüentemente tornar o setor mais competitivo no cenário econômico (MENDES et al., 2012).

Nas instituições brasileiras já foram desenvolvidas algumas pesquisas utilizando bambu, bagaço de cana de açúcar ou ambos, associados ou não com outros materiais lignocelulósicos, que demonstraram potencial de produção. Destacam-se alguns exemplos de pesquisas com uso do bambu (*Dendrocalamus asper*) como matéria prima para produção de painéis aglomerados, como aquelas de Bazzetto et al. (2019), Brito et al. (2020a; 2021c; 2022), Karlinasari et al. (2021). Iswanto et al. (2022) - *Gigantochloa pruriens*, Rusch et al. (2023) - *Phyllostachys aurea*. Enquanto outros trabalharam com bagaço de cana de açúcar, como Brito et al (2021ab), e também com misturas bambu e bagaço de cana-de-açúcar, como Brito e Bortoletto Junior (2019) e Brito et al. (2020b). Na Figura 3 observa-se painéis experimentais de bambu e bagaço de cana produzidos em laboratório.

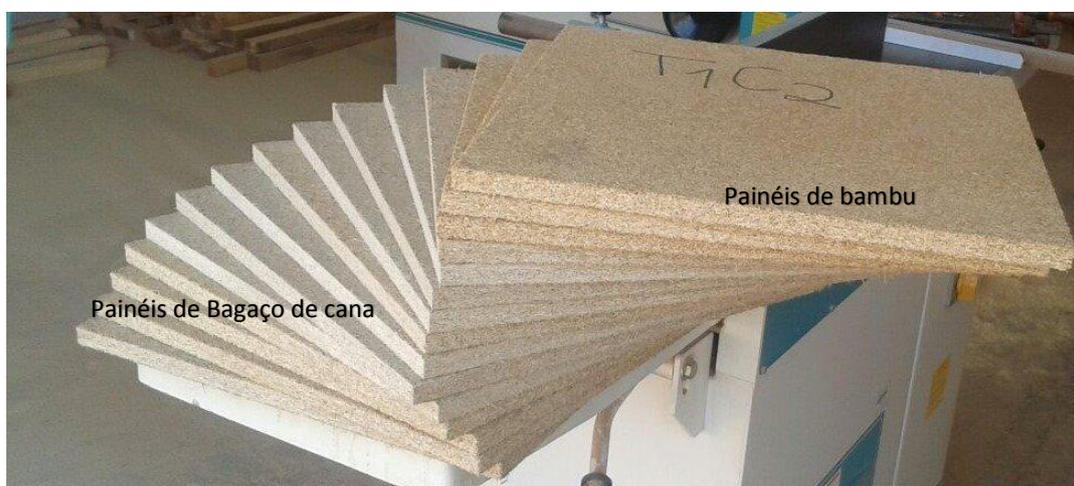


Figura 3. Painéis de Bambu e Bagaço de cana de açúcar.

POTENCIAL DA UTILIZAÇÃO DE BAMBU E BAGAÇO DE CANA-DE-AÇÚCAR

Estudos de processos mais sustentáveis e economicamente viáveis precisam ser explorados com mais profundidade, quando o assunto é matéria-prima para produtos reconstituídos. Pois, além de oferecerem alternativas com menor impacto ambiental, também reduzem a utilização de outros produtos e materiais de fontes não renováveis (MORAES, et al., 2017; MENONCIN et al., 2023).

Para a utilização de materiais alternativos para a produção de painéis, segundo, a Empresa Brasileira de Pesquisa Agropecuária - EMBRAPA (2013), citada por Menoncin et al. (2023), alguns desafios científicos, técnicos e econômicos, dificultam o progresso de um projeto com produtos reconstituídos.

a) Desafios científicos: que envolve a criação de ambientes acadêmicos e industriais propícios para o desenvolvimento de mão de obra especializada, envolvendo formação e qualificação ao nível técnico, de graduação, de especialização, de mestrado, de doutorado e de pós-doutorado. Isso demanda uma visão estratégica do setor público e da iniciativa privada, com uma parceria constante.

b) Desafios técnicos: que envolve o desenvolvimento ou a melhoria de tecnologias que permitam o escalonamento dos processos desenvolvidos em laboratório, como métodos de separação, otimização de processos e eficiência energética. Assim como melhorias e inovações dos processos já existentes.

c) Desafios econômicos: projetos industriais geralmente têm que captar recursos dentro ou fora de suas organizações, como agências de financiamento, por exemplo, o Banco Nacional de Desenvolvimento Econômico e Social - BNDES em parceria com investidores privados. Quanto à capacitação de recursos junto a instituições de fomento como o Conselho Nacional de Desenvolvimento Científico e Tecnológico - CNPq e Fundações Estaduais de Apoio à Pesquisa, a descontinuidade na aplicação de orçamentos e o atraso na liberação de recursos que são os maiores entraves para execução dos projetos.

CONSIDERAÇÕES FINAIS

As pesquisas demonstram que painéis aglomerados produzidos com bambu e bagaço de cana evidenciaram resultados satisfatórios (e as vezes até melhores que a madeira) em relação aos requisitos exigidos pelas normas, sejam nacionais e, ou internacionais. Dessa forma existe uma perspectiva de que estes materiais promissores possam contribuir com o desenvolvimento sustentável e tem possibilidades para servir como fonte de abastecimento para as indústrias, além de reduzir o custo do processo de produção. Dessa forma será garantida a continuidade do sistema de produção de uma forma mais viável economicamente e ambientalmente.

REFERÊNCIAS

ABONÍZIO, M. G. **Alterações no uso e ocupação da terra decorrentes da expansão da cultura canavieira no município de Ouro Verde - SP.** 2021. 93 f. Dissertação (Mestrado em Geografia) - Faculdade de Ciências e Tecnologia, Universidade Estadual Paulista “Júlio de Mesquita Filho”, Presidente Prudente, 2021.

BERALDO, A.L.; AZZINI, A. **Bambu: características e aplicações.** Guaíba: Agropecuária, 2004. 180p.

BRITO, F. M. S.; PAES, J. B.; OLIVEIRA, J. T. S.; ARANTES, M. D. C.; DUDECKI, L. Chemical characterization and biological resistance of thermally treated bamboo. **Construction and Building Materials**, n. 262, p. e120033, 2020.

BRITO, F. M. S.; BORTOLETTO JUNIOR, G., PAES, J. B. Wettability and decay of particleboards manufactured with termally treated sugarcane residue and bamboo (*Dendrocalamus asper*). **Maderas Ciencia y Tecnologia**, v. 24, p. 1, 2022.

BRITO, F. M. S.; BORTOLETTO JUNIOR, G.; PAES, J. B. Biological resistance and wettability of particleboard produced with sugarcane waste. **Scientia Forestalis**, v. 49, p. e3309, 2021a.

BRITO, F.M.S.; BORTOLETTO JUNIOR, G.; SURDI, P. G. Properties of particleboards made from sugarcane bagasse particles. **Revista Brasileira de Ciências Agrárias**, v. 16, p. 1-7, 2021b.

BRITO, F. M. S.; BORTOLETTO JUNIOR, G.; PAES, J. B. Effect of leaching and particles size in some properties of particleboards produced with *Dendrocalamus asper* (Schult. & Schult. f.) Backer ex K. eyne. *Scientia Forestalis*, v. 49, p. e3356-12, 2021c.

BRITO, F.M.S.; BORTOLETTO JÚNIOR, G. Properties of particleboards manufactured from bamboo (*Dendrocalamus asper*). *Revista Brasileira de Ciências Agrárias*, v. 15, p. 1-10, 2020a.

BRITO, F. M. S. ; BORTOLETTO JÚNIOR, G. Thermal modification of sugarcane waste and bamboo particles for the manufacture of particleboards. *Revista Árvore*, v. 43, 2019.

BRITO, F.M.S.; BORTOLETTO JÚNIOR, G.; PAES, J.; BELINI, U. L.; TOMAZELLO-FILHO, M. Technological characterization of particleboards made with sugarcane bagasse and bamboo culm particles. *Construction and Building Materials*, v. 262, p. 1, 2020b.

CIARAMELLO, D.; AZZINI, A. Bambu como matéria-prima para papel. V - Estudos sobre o emprego de quatro espécies de *Dendrocalamus*, na produção de celulose sulfato. *Bragantia*, v. 30, n. 24, p. 1 -16, 1971.

COMPANHIA NACIONAL DE ABASTECIMENTO - CONAB. **Acompanhamento da Safra Brasileira. Cana de açúcar. Safra, 2022/23.** Brasília. 4° levantamento. 2023. 50 p.

DURAN, A. J. F. P.; LOPES JUNIOR, W. E.; PAVESI, M.; FIORELLI, J. Avaliação de painéis de média densidade de bagaço de cana-de-açúcar. *Ciência Florestal*, v. 33, n. 3, e69624, p. 1-16, 2023.

FILGUEIRAS, T.; GONÇALVES, A. P. S. A checklist of the basal grasses and bamboos in Brazil (Poaceae). *Bamboo Science and Culture: The Journal of the American Bamboo Society*, v.18, n.1, 2004.

FOOD AND AGRICULTURE ORGANIZATION OF THE UNITED NATIONS. FAO. Disponível em: <<https://www.fao.org/faostat/en/#home>>. Acesso em: 03 out. 2023.

GAUSS, C.; ARAUJO, V.; GAVA, M.; CORTEZ-BARBOSA, J.; SAVASTANO JUNIOR, H. Bamboo particleboards: recent developments. *Pesquisa Agropecuária Tropical*, v. 49, e55081, 2019.

GHAVAMI, K. **Bamboo as reinforcement in structural concrete elements.** Departamento de Engenharia Civil. Rio de Janeiro: Universidade Pontifícia Católica, 2003.

GUERRA, S. P. S.; OGURI, G.; EUFRADE JUNIOR, H. J.; MELO, R. X.; SPINELLI, R. Mechanized harvesting of bamboo plantations for energy production: Preliminary tests with a cut-and-shred harvester. *Energy for Sustainable Development*, v. 34, p. 62-66, 2016.

ISWANTO, A. H.; ELVARA, W. M.A.; NICKO, S. H.; EKA, R. Z.; ATMAWI, D.; WAHYU, H.; ARIDA, S.; DANANG, S. A.; MUHAMMAD, A. R. L.; TITO, S. Chemical, Physical, and Mechanical Properties of Belangke Bamboo (*Gigantochloa pruriens*) and Its Application as a Reinforcing Material in Particleboard Manufacturing. *Polymers*, v. 14, n. 15, 2022.

IWAKIRI, S.; TRIANOSKI, R.; NASCIMENTO, C. C.; JUIZO, C. G. F.; LENGOWSKI, E. C.; BILCATI, G. K., GONÇALVES, T. Painéis aglomerados produzidos com seis espécies de madeiras tropicais da Amazônia. *Madera y Bosques*, v.24, n.3, 2018.

KARLINASARI, L.; PRABU, S. S.; ULFA, A.; ARINANA, A.; SALIM, H. Some of the Physical and Mechanical Properties of Particleboard Made from Betung Bamboo (*Dendrocalamus asper*). *Applied Sciences*, v.11, n. 8, 2021.

KLIMEK, P.; WIMMER, R.; MEINLSCHMIDT, P.; KUDELA, J. Utilizing Miscanthus stalks as raw material for particleboards. *Industrial Crops and Products*, v. 111, p. 270-276, 2018.

LIMA, A. M.; SANTOS, M. C.; BASTOS, D. C.; LÍBANO, E. V. D. G.; PEREIRA, P. S. C. Compósitos à base de Polipropileno/Bagaço de cana-de-açúcar: influência do processamento. *Brazilian Journal of Development*, v.7, n.12, p. 110053-110065. 2021.

MARAVEAS, C. Production of sustainable construction materials using agro-wastes. *Materials*, v. 13, n. 2, 2020.

MUSTAFA, A. A.; DERISE, M. R.; YONG, W.T. L.; RODRIGUES, K. F. A Concise review of *Dendrocalamus asper* and related bamboos: germplasm conservation, propagation and molecular biology. *Plants*, v. 10, n. 9, 2021.

PEREIRA, M.A.R.; BERALDO, A.L. *Bambu de corpo e alma*. Bauru: Canal6, 2008.

RUSCH, F.; HILLIG, E.; MUSTEFAGA, E. C.; TREVISAN, R.; PRATA, J. G.; MIRANDA, G. M. Particleboard experimental production with bamboo, pine and mate for one product of new applications. *Maderas. Ciencia y Tecnología*, v. 25, p. 1-12, 2023.

KIM, J. J.; LEE, S. S.; RA, J. B.; LEE, H.; HUH, N.; KIM, G. H. Fungi associated with bamboo and their decay capabilities. *Holzforschung*, v. 65, n. 2, p. 271-275, 2011.

LIESE, W.; KÖHL, M. *Bamboo. The plant and its uses*. Cham: Springer, 2015. 356p.

MENDES, R.F.; MENDES, L. M.; GUIMARAES JUNIOR, J.B.; R.A.S.; SANTOS CÉSAR, A. A. S. Efeito da associação de bagaço de cana, do tipo e do teor de adesivo na produção de painéis aglomerados. *Ciência Florestal*, v. 22, n. 1, p. 161-170, 2012.

MACHADO, N. A. F.; FURTADO, M. B.; PARRA-SERRANO, L. J.; PARENTE, M. O. M.; FIORELLI, J.; SAVASTANO JÚNIOR, H. Painéis aglomerados fabricados com resíduos do coco babaçu. *Revista Brasileira de Ciências Agrárias*, v.12, n.2, p. 202-209, 2017.

MANAGEMENT AND STRATEGIC STUDIES CENTER - MSSC. **Bamboo economy in Brazil: technology and innovation in the production chain - perspectives and challenges.** Document containing the technical and analytical report of the workshop and workshop. Brasília: Center for Management and Strategic Studies, 115p, 2018.

MAHMUD, M. A.; ANANNYA, F. R. Sugarcane bagasse - A source of cellulosic fiber for diverse applications. *Heliyon*, v. 7, n. 8, e07771. 2021.

MENONCIN, M.; SILVA, I. C. R.; ASSOLARI, F. R.; BELINI, U. L. Biomassa como matéria-prima renovável: obstáculos para utilização. *Mix Sustentável*, v.9, n.5, p.125-139. 2023.

OLIVEIRA JUNIOR, F. A. S.; BESSA, C. V. D.; MARINHO, R. O.; MARINHO, R. L. N.; MIRANDA, L. J. C.; SANTOS, E. C. Análise da substituição do aço por bambu em estruturas de concreto armado. *Brazilian Journal of Development*. v. 6, n. 9 , p.72453-72467, 2020.

RODRIGUES, R. C.; PEIXOTO, R. R. Avaliação nutricional do bagaço de cana-de-açúcar de micro destilaria de álcool para ruminantes. *Revista Brasileira de Zootecnia*, v. 22, n. 2, p. 212 - 221, 1993.

RUSCH, F.; CEOLIN, G. B.; HILLIG, E. Morphology, density and dimensions of bamboo fibers: a bibliographical compilation, *Pesquisa Agropecuária Tropical*, v. 49, 2019.

SALGADO, A. L. B. S. **Bambu com sal: aqui e agora, lá e então.** /Antonio Luiz de Barros Salgado. Campinas: Amaro Comunicação, 2014, 352p.

SUN, F.; ZHOU, Y.; BAO, B.; CHEN, A.; DU, C. Influence of solvent treatment on mould resistance of bamboo. *BioResources*, v. 6, n. 2, p. 2091-2100, 2011.

SETA, F.; AN, X.; LIU, L.; ZHANG, H.; YANG, J.; ZHANG, W.; NIE, S.; YAO, S.; CAO, H.; XU, Q.; BU, Y.; LIU, H. Preparation and characterization of high yield cellulose nanocrystals (CNC) derived. SOUZA. O.; I. E. SANTOS. Aproveitamento do bagaço de cana de açúcar pelos ruminantes. Comunicado Técnico. Aracaju. 2002.

Disponível em: < <http://www.cpatc.embrapa.br/download/CMT07.pdf>> Acesso em: 03 nov. 2023.

SORENG, R. J.; PETERSON, P. M.; ROMASCHENKO, K.; DAVIDSE, G.; ZULOAGA, F. O.; JUDZIEWICZ, E. J.; FILGUEIRAS, T. S.; DAVIS, J. I.; MORRONE, O. A worldwide phylogenetic classification of the Poaceae (Gramineae). *Journal of Systematics and Evolution*, v.53, p.117-137, 2015.

SILVA, S. A. M. **Confecção e avaliação de painéis de partículas de madeira de média densidade com aproveitamento de resíduos industriais.** 2016. 92 f. Tese de Livre docência (Livre Docência em Produtos Engenheirados da Madeira - Universidade Estadual Paulista, Ilha Solteira, 2016.

SANTOS, A. R. **Produção, estoque e nutrientes da serapilheira em Floresta Ombrófila Densa do Parque Estadual das Fontes do Ipiranga, São Paulo, Brasil**. 2014. 102 f. Dissertação (Mestrado em Biodiversidade Vegetal e Meio Ambiente) - Instituto de Botânica da Secretaria do Meio Ambiente, São Paulo, 2014.

SILVA, T. G. F.; SOUZA, C. A. A.; MOURA, M. S. B.; MARIN, F. R.; CARVALHO, H. F. S.; LEITÃO, M. M. V. B. R.; GALVÍNCIO, J. D. Balanço de energia, emissão foliar e eficiência do uso da radiação pela cana-de-açúcar em cultivo sem e com palhada. **Revista Brasileira de Meteorologia**, v. 34, 2019.

TIBURTINO, R. F.; PAES, J. B.; BERALDO, A. L.; ARANTES, M. D. C.; BROCCO, V. F. Tratamento preservativo de duas espécies de bambu por imersão prolongada e boucherie modificado. **Floresta e Ambiente**, v. 22, n. 1, p. 124-133, 2015.

TOMBOLATO, A. F. C.; GRECO, T. M.; PINTO, M. M. Dez espécies de bambus exóticos mais comuns no paisagismo no Brasil. **Revista Brasileira de Horticultura Ornamental**, v. 18, n.2, p. 105-114, 2012.

XIN, F.; XIAO, X.; CABRAL, O. M. R.; WHITE JR, P. M.; GUO, H.; MA, J.; LI, B.; ZHAO, B. Understanding the land surface phenology and gross primary production of sugarcane plantations by eddy flux measurements, MODIS images, and data-driven models. **Remote Sensing**, v. 12, 2186, 2020.

XU, J. X.; MA, J.; TANG, Y. N.; WU, W. X.; SHAO, J. H.; WU, W. B.; WEI, S. Y.; LIU, Y. F.; WANG, Y. C.; GUO, H. Q. Estimation of sugarcane yield using a machine learning approach based on UAV-LiDAR data. **Remote Sensing**, v. 12, n. 17, 2823, 2020.