

RESSALVA

Atendendo solicitação do(a) autor(a), o texto completo desta dissertação será disponibilizado somente a partir de 25/01/2017.

PROGRAMA DE PÓS-GRADUAÇÃO EM ENGENHARIA CIVIL

BRUNA BESSA ROCHA

**APROVEITAMENTO DE RESÍDUOS DE MADEIRA E BAGAÇO DE
CANA-DE-AÇÚCAR NA PRODUÇÃO E AVALIAÇÃO DE PAINÉIS
AGLOMERADOS**

Dissertação apresentada à Faculdade de Engenharia - UNESP - Campus de Ilha Solteira, como parte dos requisitos para obtenção do título de Mestre em Engenharia Civil.

Área de Conhecimento: Estruturas

Prof. Dr. Sérgio Augusto Mello da Silva
Orientador

Prof. Dra. Elen Aparecida Martines Morales
Coorientadora

Ilha Solteira
2016

FICHA CATALOGRÁFICA

Desenvolvido pelo Serviço Técnico de Biblioteca e Documentação

R672a Rocha, Bruna Bessa.
Aproveitamento de resíduos de madeira e bagaço de cana-de-açúcar na produção e avaliação de painéis aglomerados / Bruna Bessa Rocha. -- Ilha Solteira: [s.n.], 2016
93 f. : il.

Dissertação (mestrado) - Universidade Estadual Paulista. Faculdade de Engenharia de Ilha Solteira. Área de conhecimento: Estruturas, 2016

Orientador: Sérgio Augusto Mello da Silva
Coorientador: Elen Aparecida Martines Morales
Inclui bibliografia

1. Painéis de partículas de madeira de média densidade. 2. Resíduos de marcenaria industrial. 3. Partículas de bagaço de cana-de-açúcar.



UNIVERSIDADE ESTADUAL PAULISTA

Câmpus de Ilha Solteira

CERTIFICADO DE APROVAÇÃO


TÍTULO DA DISSERTAÇÃO: Aproveitamento de resíduos de madeira e bagaço de cana de açúcar na produção e avaliação de painéis aglomerados

AUTORA: BRUNA BESSA ROCHA

ORIENTADOR: SERGIO AUGUSTO MELLO DA SILVA

CO-ORIENTADORA: ELEN APARECIDA MARTINES MORALES

Aprovada como parte das exigências para obtenção do Título de Mestra em ENGENHARIA CIVIL, área: ESTRUTURAS pela Comissão Examinadora:


Prof. Dr. SERGIO AUGUSTO MELLO DA SILVA
Departamento de Engenharia Civil / Faculdade de Engenharia de Ilha Solteira


Prof. Dr. ANTONIO ANDERSONS SEGANTINI
Departamento de Engenharia Civil / Faculdade de Engenharia de Ilha Solteira


Profa. Dra. MARA REGINA PAGLIUSO RODRIGUES
Departamento de Engenharia Civil / Instituto Federal de São Paulo - Câmpus de Votuporanga

Ilha Solteira, 25 de julho de 2016

*Dedico este trabalho aos meus pais
Ataíde e Lúcia, a minha irmã Luana, e
ao meu noivo William, pelo incentivo e
compreensão.*

AGRADECIMENTOS

Agradeço a Deus por mais uma vitória em minha vida e saber que Ele estará sempre ao meu lado para me conduzir, me abençoar e iluminar o meu caminho. Tu és a minha fortaleza, e com o Senhor quero aprender os mais valiosos saberes desta vida, para todo o sempre.

À minha família, por me mostrar que o saber é algo mais que precioso, e por estar sempre ao meu lado para suprir as ausências e ansiedades.

Aos meus amigos que me incentivaram, Adriana Maria, João Victor e Verônica que também acreditaram na realização deste projeto.

Também sou eternamente grata ao meu Orientador Prof. Dr. Sérgio Augusto Mello da Silva e a minha Coorientadora Profa. Dra. Elen Aparecida Martines Morales da Faculdade de Engenharia Madeireira da UNESP de Itapeva, ao técnico de laboratório Brito e a Profa. Ana Paula Jorge da UNESP de Presidente Prudente pelo auxílio da análise estatística realizada, que me levaram a entender o quão importante se faz trabalhar com seriedade e competência, além da amizade e profissionalismo compartilhados. Agradeço pelas valiosas contribuições, o que permitiu ampliar meus conhecimentos em materiais de construção civil e estruturas.

A Comissão de Aperfeiçoamento de Pessoal do Nível Superior – CAPES, pelo apoio financeiro através da bolsa de estudo.

Aos técnicos do Laboratório de Engenharia Civil da Universidade Estadual Paulista, Gilson, Mário, Flávio, Ozias, pela amizade, apoio e disposição.

Agradeço em especial aos colegas de iniciação científica Daniela, Luíza e Luís Guilherme, por ter acompanhado e auxiliado todo o processo de ensaios, e a colega de mestrado Larissa.

*“O verbo de Deus nos céus é fonte de
sabedoria, seus caminhos são os
mandamentos eternos.”*

Eclesiástico 1,5

RESUMO

No Brasil intensificam-se os estudos visando o aproveitamento dos subprodutos industriais com a justificativa de que propiciarão proteção ao meio ambiente, pois seu aproveitamento poderá agregar valor a novos produtos com interesse comercial e poderão minimizar a exploração e o uso de recursos naturais. Neste trabalho se propõe avaliar a influência da composição granulométrica no desempenho de painéis de partículas de madeira de média densidade de acordo com a ABNT NBR14810 - 1 e 2:2013, pois, em estudos realizados para produção e avaliação de painéis de partículas de madeira de marcenarias industriais e de indústrias moveleiras com emprego de adesivo poliuretano derivado de óleo de mamona (PU-Mamona) foi identificado que, para melhorar as propriedades dos painéis, seria necessário melhorar a composição granulométrica do resíduo utilizado. Neste sentido, este trabalho, propôs cinco tratamentos com misturas diferentes de partículas de madeira e adição de partículas de bagaço de cana-de-açúcar. Em seguida foram confeccionados painéis de partículas com as misturas propostas nos tratamentos e realizadas avaliações para a verificação das propriedades físicas e mecânicas dos painéis. Os resultados obtidos evidenciaram significativa melhoria nas propriedades físicas e mecânicas dos painéis, sendo possível indicar o aproveitamento dos resíduos estudados para a produção de painéis de madeira de média densidade do tipo P2 segundo a NBR 14810 - 1 e 2:2013.

Palavras-chave: Painéis de partículas de madeira de média densidade. Resíduos de marcenaria industrial. Partículas de bagaço de cana-de-açúcar.

ABSTRACT

In Brazil, the studies targeting the utilization of industrial by-products are intensified, with the justification that will provide environmental protection, therefore its use can add value to new products with commercial interest and may minimize the exploitation and use of natural resources. This study aims to evaluate the influence of granulometric composition in the performance of panels of medium density wood particles according to ABNT NBR14810 - 1 and 2: 2013, since in studies for production and evaluation of panels of wood particles of industrial joinery and furniture industries with employment polyurethane adhesive derived from castor oil (PU-Castor Oil) was identified that, to improve the properties of the panels, it is necessary improve granulometric composition of the residue utilized, in this sense, this paper proposed five treatments with different mixtures of particles of wood and sugarcane bagasse. Then were prepared particle boards with the mixtures proposed and evaluations carried out to verify the physical and mechanical properties of the panels. The results showed significant improvement in physical and mechanical properties of the panels, which can indicate the use of residues studied for the production of medium density wood panels of P2 type according to NBR 14810-1 and 2: 2013.

Keywords: Medium density wood particles panels. Industrial joinery residues. Sugarcane bagasse particles.

LISTA DE FIGURAS

Figura 1 - Cadeia produtiva do Setor de Madeira Processada Mecanicamente	18
Figura 2 - Evolução do consumo nacional dos produtos florestais oriundos de florestas plantadas (2000-2001).....	19
Figura 3 – Pannel aglomerado de madeira	21
Figura 4 – Composição estrutural dos aglomerados	22
Figura 5 – Processo de fabricação dos painéis	23
Figura 6 - Esquema de uma vida de MLC.....	25
Figura 7 – Evolução do Consumo Nacional	26
Figura 8 – Painéis de madeira compensada	27
Figura 9 – Painéis de Fibras de Madeira	29
Figura 10 - Painéis de MDF - Medium Density Fiberboard.....	29
Figura 11 – Painéis de OSB – Oriented Strand Board	31
Figura 12 – Painéis de MDP Medium Density Particleboard	32
Figura 13 – Aplicações de sistemas na cobertura de madeira laminada colada	33
Figura 14 – Resíduo de madeira de serraria	37
Figura 15 - Bagaço de cana-de-açúcar.....	39
Figura 16 – Fotomicrografia 10x.....	43
Figura 17 – Cupiúba.....	44
Figura 18 – Cambará.....	45
Figura 19 – Face radial do Ipê	45
Figura 20 – Fotomicrografia (10x)	46
Figura 21 – Conjunto de peneiras com dispositivo vibratório	47
Figura 22 – Ilustração do processamento do bagaço de cana em moinho de facas, para produção de partículas.....	48
Figura 23 - Seleção prévia das partículas de serragem.....	54
Figura 24 – Objetos separados com o peneiramento da serragem	54
Figura 25 – Misturas de resíduos previamente selecionados	55
Figura 26 – Adição e homogeneização do adesivo e misturador de tambor.....	55
Figura 27 - Formação do colchão de partículas.....	56

Figura 28 – Prensagem do Painel	56
Figura 29 – Painéis exploratórios	57
Figura 30 – Curva granulométrica do Tratamento 0	58
Figura 31 – Curva Granulométrica do Tratamento 1	60
Figura 32 – Curva Granulométrica do Tratamento 2	61
Figura 33 – Curva Granulométrica do Tratamento 3.....	62
Figura 34 – Curva Granulométrica do Tratamento 4	63
Figura 35 – Curva Granulométrica do Tratamento 5	64
Figura 36 – Curva Granulométrica da mistura do Tratamento	70
Figura 37 – Processo de Confeção dos Painéis ajustados com 50% serragem e 50% bagaço de cana	71
Figura 38 – Ensaio de Inchamento.....	71
Figura 39 – Ensaio de Flexão.....	72
Figura 40 – Ensaio de Tração Perpendicular.....	73
Figura 41 – Avaliação da Distribuição dos valores obtidos com os ensaios para caracterização das propriedades físicas dos painéis.....	75
Figura 42 – Avaliação da Distribuição dos valores obtidos com os ensaios para caracterização das propriedades mecânicas dos panéis.....	76
Figura 43 – Análise da dispersão entre os valores obtidos para Tração Perpendicular e Densidade.....	77
Figura 44 – Reta de Regressão do modelo ajustado.....	78
Figura 45 – Gráfico para análise da tendência dos resíduos.....	80
Figura 46 – Gráfico para análise da distribuição dos resíduos.....	80
Figura 47 – Histograma dos resíduos padronizados.....	81
Figura 48 – Gráfico para verificação da normalidade dos resíduos.....	81
Figura 49 - Quantidade de corpos de prova utilizados no ensaio de Densidade e resultados...90	
Figura 50 - Quantidade de corpos de prova utilizados no ensaio de Umidade e resultados.....91	
Figura 51 - Quantidade de corpos de prova utilizados no ensaio de Absorção e resultados....91	
Figura 52 - Quantidade de corpos de prova utilizados no ensaio de Adesão Interna e resultados.....92	
Figura 53 - Quantidade de corpos de prova utilizados no ensaio de Flexão e resultados.....93	

LISTA DE TABELAS

Tabela 1 – Tratamentos propostos para confecção dos painéis aglomeradas.....	48
Tabela 2 – Teores de umidade de cada mistura em função dos tratamentos propostos.....	56
Tabela 3 – Determinação da composição granulométrica do tratamento de referência.....	57
Tabela 4 – Determinação da composição granulométrica da serragem (90%) e bagaço de cana (10%) e caracterização do agregado	58
Tabela 5 – Determinação da composição granulométrica da serragem (80%) e bagaço de cana (20%) e caracterização do agregado.....	59
Tabela 6 – Determinação da composição granulométrica da serragem (70%) e bagaço de cana (30%) e caracterização do agregado	60
Tabela 7 – Determinação da composição granulométrica da serragem (60%) e bagaço de cana (40%) e caracterização do agregado	61
Tabela 8 – Determinação da composição granulométrica da serragem (50%) e bagaço de cana (50%) e caracterização do agregado	62
Tabela 9 – Resumo da composição granulométrica de cada tratamento	63
Tabela 10 – Teores de umidades das misturas de cada tratamento proposto	64
Tabela 11 – Resultados dos ensaios para caracterização das propriedades físicas	64
Tabela 12 – Avaliação da umidade dos painéis	65
Tabela 13 – Valores das propriedades mecânicas dos painéis	66
Tabela 14 – Determinação da composição granulométrica da serragem (50%) e bagaço de cana (50%) e caracterização do agregado	68
Tabela 15 – Valores das propriedades físicas.....	71

Tabela 16 – Valores das propriedades mecânicas.....	72
Tabela 17 – Analise descritivas das propriedades físicas dos painéis.....	73
Tabela 18 – Análise descritiva das propriedades mecânicas dos painéis.....	74
Tabela 19 – Analise de Variância (ANOVA).....	77

LISTA DE QUADROS

Quadro 1 – Evolução histórica da produção, consumo, exportação e importação de painéis de madeira aglomerada no Brasil em m ³	18
Quadro 2 - Produção de compensados, consumo e exportação em 1.000m ³	26
Quadro 3 - Produção, Consumo, Exportação, Importação de chapas de fibra (m ³)	28
Quadro 4 - Evolução histórica da produção, consumo, exportação e importação de MDF no Brasil (m ³)	30
Quadro 5 - Produção, importação, exportação e consumo interno 1.000 (m ³) de MDP no Brasil.....	33

SUMÁRIO

1	Introdução	14
1.1	Considerações Iniciais.....	14
1.2	Importância do Tema.....	14
1.3	Objetivo.....	15
1.4	Apresentação do Trabalho.....	15
2	Revisão Bibliográfica	17
2.1	Breve Histórico sobre painéis de madeira aglomerada	17
2.1.1	Produção de Painéis de Madeira Aglomerada.....	17
2.2	Tipos de Painéis Produzidos Industrialmente	24
2.2.1	Laminados de Madeira	24
2.1.2	Madeira compensada.....	25
2.1.3	Madeira Reconstituída.....	27
2.1.4	Painéis de Fibras de Madeira.....	28
2.1.5	MDF Medium Density Fiberboard – Painel de Fibra de Média Densidade.....	29
2.1.6	OSB Oriented Strand Board – Painéis de Partículas Orientadas.....	31
2.1.7	MDP Medium Density Particleboard – Painéis de Partículas de Média Densidade ..	32
2.1.8	Madeira Laminada Colada	23
3.	Resíduos	35
3.1	Aproveitamento de Resíduos de Madeira	36
3.2	Aproveitamento de Resíduos de Bagaço de Cana-de-Açúcar.....	38
3.3	Adesivo.....	40
3.3.1	Resina Poliuretana à Base de Mamona	41
3.4	Materiais e Equipamentos	41
3.5	Propriedade dos Materiais	42
4	Materiais e Métodos	43
4.1	Serragem.....	43
4.2	Bagaço de cana-de-açúcar	46
4.3	Resina	46
4.4	Peneiramento e processamento das partículas para preparação das misturas	47
4.5	Preparação das partículas do bagaço de cana-de-açúcar.....	47

4.6	Preparação das Misturas (tratamentos) para Confecção dos Painéis.....	48
4.7	Cálculo da massa de Partículas para Confecção dos Painéis.....	49
4.8	Caracterização dos Painéis	49
4.8.1	Cálculo do Teor de Umidade das Partículas de acordo com cada Tratamento	49
4.8.2	Determinação do Inchamento e Absorção de Água	49
4.8.3	Determinação do Teor de Umidade dos Painéis	50
4.8.4	Determinação da Densidade Aparente dos Painéis.....	50
4.8.5	Determinação da Resistência ao Arrancamento de Parafuso	51
4.8.6	Flexão e Módulo de Elasticidade	51
4.8.7	Tração Perpendicular ou Adesão Interna	52
5.	Primeira Etapa - Programa Experimental	53
5.1	Procedimentos para Confecção dos Painéis Exploratórios	54
5.1.1	Composição Granulométrica.....	56
5.2	Resultados Iniciais e Discussões.....	64
5.3	Considerações sobre o Programa Experimental.....	68
6	Segunda Etapa (Análise granulométrica ajustada com 50% serragem e 50% bagaço de cana).....	69
6.1	Propriedades físicas painéis do T5 com ajustes do comprimento das partículas.....	71
6.2	Propriedades mecânicas dos painéis do T5 com ajustes do comprimento das partículas.....	72
6.3	Análise Estatística.....	73
6.3.1	Análise de Regressão entre os valores de Tração Perpendicular e Densidade.....	79
6.3.2	Análise dos resíduos.....	79
6.3.3	Conclusão.....	82
7	Referências	84
	Apendice.....	

1 INTODUÇÃO

1.1 Considerações iniciais

O desmatamento no mundo continua sendo uma das principais preocupações de nossa época (SBS, 2009). Por outro lado, o aumento constatado das áreas de florestas plantadas sinaliza para o reconhecimento de sua capacidade de proporcionar benefícios sociais e ambientais. Ainda de acordo com a Associação, no Brasil, verifica-se que esta é uma tendência para aumentar a demanda que propicia a oportunidade de ampliar o manejo florestal e a quantidade de florestas plantadas no país para produção de bens e serviços.

De acordo com Visnardi (2010) os problemas com a escassez de madeira no Brasil, devido ao desmatamento das florestas, fazem com que haja uma busca por soluções e propostas, que a nível ambiental e sustentável, promovam programas e metas para a devida utilização dos resíduos industriais e agrários.

No campo agroindustrial há uma dependência direta ou indiretamente do ambiente como fonte de matérias-primas para o seu desenvolvimento, bem como da utilização de algumas áreas para o descarte de seus subprodutos e resíduos gerados durante os processos produtivos.

A eliminação de resíduos, uma vez quantificados, controlados e tratados, torna-se facilmente passível de depuração pelo ambiente em um certo tempo, caso isso não ocorra, esse processo pode levar milhares de anos ou, deixar de acontecer, pela falta de mecanismos específicos na natureza (FIORELLI et al., 2011).

1.2 Importância do tema

A utilização de resíduos objetivando agregar valor ao produto é uma solução viável para a fabricação de derivados de madeira, que gradativamente vem substituindo a madeira maciça, como é o caso dos painéis de madeira aglomerada, pois, dentre suas qualidades, possui maior estabilidade dimensional, menor peso e menor custo.

No processo de fabricação dos painéis de madeira aglomerada observa-se menor gasto de energia com menor tempo de produção e menos esforços, sendo possível incrementar propriedades especiais como térmicas e acústicas.

Os resíduos de madeira, em todas as fases do processo produtivo, são considerados subprodutos sendo descartados e depositados a céu aberto, entretanto, quando possível, são reintegrados ao processo produtivo. Por outro lado, várias pesquisas são desenvolvidas para o aproveitamento desses subprodutos objetivando reduzir os impactos ambientais.

De acordo com Caraschi et. al (2009) a produção de painéis alternativos, com aproveitamento de resíduos de diferentes origens pode contribuir para o atendimento da demanda de painéis e estimular a produção de novos materiais e de painéis para uso arquitetônico, adicionado ao fato de que o uso de resíduos lignocelulósicos e plásticos contribui para amenizar os impactos ambientais.

Consequentemente, neste trabalho serão confeccionadas e avaliadas painéis de madeira aglomerada composto por dois subprodutos industriais e resina poliuretana de mamona, o primeiro é proveniente de marcenarias e o outro, proveniente de usinas de cana de açúcar. De acordo com Marton (2014) verificou-se que os resíduos de marcenarias indústrias apresentam potencialidades para a produção de chapas de madeira aglomerada. Entretanto, existe a necessidade de se melhorar a sua composição granulométrica. Neste sentido, será proposto neste trabalho verificar a melhor composição granulométrica para confecção e avaliação de painéis de madeira aglomerada, com misturas de resíduos de serragem e de bagaço de cana-de-açúcar de acordo com a ABNT NBR 14810/2006.

1.3 Objetivo

Confecção e avaliação de painéis de madeira aglomerada, com o objetivo de melhorar a composição granulométrica, utilizando-se serragem de marcenaria, partículas provenientes de bagaço de cana-de-açúcar e empregando-se como aglomerante resina poliuretana derivada de óleo de mamona. As avaliações dos painéis serão realizadas com base na NBR 14810-2014 para verificação do uso.

1.4 Apresentação do trabalho

A pesquisa foi dividida em 7 capítulos, descritos a seguir.

O primeiro capítulo apresenta a introdução do tema abordado e os objetivos.

O segundo capítulo engloba uma revisão bibliográfica, com destaque aos tipos de painéis e suas propriedades.

O terceiro capítulo aborda os tipos de resíduos, materiais e equipamentos utilizados para a confecção dos painéis.

A caracterização dos materiais empregados e a descrição detalhada da montagem e do ensaio experimental dos modelos, são apresentados no quarto capítulo.

A primeira etapa da pesquisa com o programa experimental, resultados iniciais, são apresentadas no capítulo 5.

O sexto capítulo aborda sobre a segunda etapa da pesquisa.

O capítulo sete finaliza com as referências.

6.3.3 Conclusão

A utilização de partículas de bagaço de cana-de-açúcar adicionadas a misturas de partículas de madeira provenientes de resíduo de marcenarias com o objetivo de ajustar a composição granulométrica da mistura, propiciou aos tratamentos melhores distribuições granulométricas na faixa de 4mm a 6mm.

Para a confecção dos painéis, devido à baixa densidade das partículas de bagaço de cana-de-açúcar e a quantidade de resina PU-Mamona utilizada, verificou-se que houve uma significativa melhora no processo de prensagem à quente, facilitando a compactação dos painéis, propiciando maior fluidez da resina no interior dos painéis e conseqüentemente, melhor adesão e diminuição dos espaços vazios entre as partículas.

Com relação às análises realizadas nos resultados obtidos com os ensaios, verificou-se que o emprego de 10% de resina PU-Mamona foi eficiente e propiciou adesão adequada entre as partículas e que a adição de partículas de bagaço de cana-de-açúcar, ajustando a composição granulométrica do T5 com, propiciou propriedades físicas e mecânicas aos painéis com valores que de acordo com a ABNT NBR 2:2014 e são indicadas, segundo a referida norma, para produção de “Painéis de Partículas de Madeira de Média Densidade” do “Tipo P2”, ou seja, “Painéis não Estruturais para Uso Interno em Condições Secas” e para produção de painéis do “Tipo P4”, ou seja, “Painéis Estruturais para uso em condições secas”

7 RECOMENDAÇÕES PARA PRÓXIMAS PESQUISAS

Considerando-se os valores obtidos nas avaliações das propriedades físicas e mecânicas dos corpos-de-prova dos tratamentos T3, T4 e T5, com 30%, 40% e 50% de partículas de bagaço de cana-de-açúcar, respectivamente, verificou-se um baixo percentual destas partículas na faixa de 4mm a 6mm e valores de inchamento acima do indicado pela NBR 14810-2:2014, conseqüentemente, sugere-se para as próximas pesquisas, a realização de ajustes na granulometria destas partículas para a faixa de 4 a 6mm de comprimento e aumento do teor de resina PU-Mamona par 12%. Esta sugestão objetiva produzir painéis que se classifiquem segundo a ABNT NBR 14810-2:2014 como “Painéis não Estruturais para Uso em Condições Úmidas - Tipo 3” e, “Painéis Estruturais para Uso em Condições Úmidas - Tipo 5”

REFERÊNCIAS

- ASSOCIAÇÃO BRASILEIRA DA INDÚSTRIA DE MADEIRA PROCESSADA MECANICAMENTE - ABIMCI. **Estudo Setorial 2007**. Curitiba: Step, 2009.
- ASSOCIAÇÃO BRASILEIRA DA INDÚSTRIA DE PAINÉIS DE Madeira - ABIPA. **Programa Setorial da Qualidade de Painéis de Madeira**. São Paulo: Tesis, 2013. Disponível em: <www.abipa.org.br>. Acesso em: 05 set. 2015.
- ASSOCIAÇÃO BRASILEIRA DE CELULOSE E PAPEL - BRACELPA. **Florestas Plantadas**. São Paulo, 2014. Disponível em: <www.bracelpa.org.br>. Acesso em: 20 dez. 2014.
- ASSOCIAÇÃO BRASILEIRA DE NORMAS TÉCNICAS. **NBR 14810-1**: Chapas de madeira aglomerada: terminologia. Rio de Janeiro: ABNT, 2013.
- ASSOCIAÇÃO BRASILEIRA DE NORMAS TÉCNICAS - ABNT. **NBR 14810-2**: Chapas de madeira aglomerada: requisitos. Rio de Janeiro: ABNT, 2013.
- ASSOCIAÇÃO BRASILEIRA DE NORMAS TÉCNICAS - ABNT. **NBR 14810-3**: chapas de madeira aglomerada: métodos de ensaio. Rio de Janeiro: ABNT, 2013.
- ASSOCIAÇÃO BRASILEIRA DE NORMAS TÉCNICAS - ABNT. **NBR 7217**: agregados determinação da composição granulométrica. Rio de Janeiro, 1987. 03 p.
- ASSOCIAÇÃO BRASILEIRA DE NORMAS TÉCNICAS- ABNT. **NBR 14810**: chapas de madeira aglomerada. Rio de Janeiro, 2006.51 p.
- ASSOCIAÇÃO BRASILEIRA DE NORMAS TÉCNICAS - ABNT. **NBR 1004**: resíduos sólidos - classificação. Rio de Janeiro, 2004.71 p.
- ASSOCIAÇÃO BRASILEIRA DE PRODUTORES DE FLORESTAS PLANTADAS - ABRAF. **Mercado de Produtores Florestais**. São Paulo, 2006. Disponível em: <www.abraflor.org.br/estatisticas/ABRAF10-BR/capitulo03.pdf>. Acesso em: 28 out.2013.
- ABREU, L. B. de et al. Avaliação de resíduos de painéis de madeira gerados por indústrias moveleiras para aproveitamento na confecção de pequenos objetos: estudo de caso. **Ciênc. Agrotec.**, Lavras, v. 33, p. 1747-1751, 2009. DOI: 10.1590/s1413-70542009000700008.
- ALBERTINI, S.; CARMO, L. F. do; PRADO FILHO, L. G. do. Utilização de serragem e bagaço de cana-de-açúcar para adsorção de cádmio. **Ciênc. Tecnol. Aliment., Campinas**, v. 27, n. 1, p.113-118, 2007. DOI: 10.1590/s0101-20612007000100020.
- ALVES, L. S.; SILVA, S. A. M. Confecção e avaliação de chapas de madeira aglomerada homogêneas empregando-se resíduos de empresas moveleiras de São José do Rio Preto e poliuretana derivada de óleo de mamona. In: ENCONTRO BRASILEIRO DE MADEIRAS E DE ESTRUTURAS DE MADEIRA, 14., 2014, Natal. **Anais...** Natal: EMBRAMEM, 2014. p. 1-10.

ANJOS, F. P. dos; SOUSA, A. M. L. de. Umidade de equilíbrio em madeira termorretificada de cupiúba da região amazônica. **Biota Amazônia**, Amapá, v. 5, n. 1, p. 100-104, 2015.

AZAMBUJA, M. dos A. **Estudo experimental de adesivos para fabricação de madeira laminada colada: avaliação da resistência de emendas dentadas, da durabilidade e de vigas**. 2006. 128 f. Tese (Doutorado em Ciência e Engenharia de Materiais) – Universidade de São Paulo, São Carlos. 2006.

BANCO NACIONAL DO DESENVOLVIMENTO - BNDES. **Painéis de madeira reconstituída**. Brasília, DF, 2002. Disponível em: <<http://www.bndes.gov.br/>>. Acesso em: 15 maio 2015.

BAUER, F. **Materiais de construção 2**. Uberlândia: LTC, 1999. 951 p.

BERNARDI, R. **Reconstituição de chapas de aglomerado**. [S. l]: BRT, 2014. Disponível em: <<http://www.sbrt.ibict.br/>>. Acesso em: 29 jul. 2014.

BERTOLINI, Marília da Silva. **Emprego de resíduos de Pinus sp tratado com preservante CCB na produção de chapas de partículas homogêneas utilizando resina poliuretana à base de mamona**. 2011. 126 f. Dissertação (Mestrado EM Engenharia de Materiais) - Universidade de São Paulo, São Carlos, 2011.

CARASCHI, J. C.; LEÃO, A. L.; COIADO CHAMMA, P. V. Avaliação de painéis produzidos a partir de resíduos sólidos para aplicação na arquitetura. **Polímeros: Ciência e Tecnologia**, São Paulo, v. 19, n. 1, p. 47-53, 2009.

CASTRO, V.; IWAKIRI, S. Influência de diferentes níveis de acetilação nas propriedades físico-mecânicas de aglomerados e painéis madeira-cimento. **Cerne**, Lavras, v. 20, n. 4, p. 535-540, 2014. DOI: 10.1590/01047760201420041673.

CAVALHEIRO, R. S. **Madeira laminada colada de schizolobium amazonicum Herb. (Paricá): combinação adesivo/tratamento preservante**. 2014. 103 f. Dissertação (Mestrado em Ciência e Engenharia de Materiais) - Escola de Engenharia, Universidade de São Paulo, São Carlos, 2014.

CERQUEIRA, P. H. A. de et al. Análise dos resíduos madeireiros gerados pelas serrarias do município de Eunápolis-BA. **Floresta e Ambiente**, Rio de Janeiro, v. 19, n. 4, p. 506-510, 2012. DOI: 10.4322/loram.2012.051.

COLLI, A. et al. Propriedades de chapas fabricadas com partículas de madeira de paricá (*Schizolobium amazonicum* Huber ex. Ducke) e fibras de coco (*Cocos nucifera* L.). **Revista Árvore**, Viçosa, MG, v. 34, n. 2, p. 333-338, 2010. DOI: 10.1590/s0100-67622010000200016.

CONAMA. Resolução nº 307, de 5 de Julho de 2002. Estabelece diretrizes, critérios e procedimentos para a gestão dos resíduos da construção civil. **Diário Oficial da União**, n. 136, p. 95-96, 17 jul. 2002. Disponível em: <<http://www.mma.gov.br/port/conama/legiabre.cfm?codlegi=307>>. Acesso em: 30 out. 2013.

CORDEIRO, G. C.; FILHO, R. D. T.; ALMEIDA, R S de. Influence of ultrafine wet grinding on pozzolanic activity of submicrometre sugar cane bagasse ash. **Advances In Applied Ceramics**, Abingdon, v. 110, n. 8, p. 453-456, nov. 2011. DOI: 10.1179/1743676111y.0000000050.

DIAS, A. A. Aplicação de resina poliuretana à base de mamona na fabricação de painéis de madeira aglomerada. In: LAHR, F. A. R. **Produtos derivados de madeira**. São Carlos, USP, 2008. p. 73-92.

DIAS, F. M. **Aplicação de resina poliuretana à base de mamona na fabricação de painéis de madeira compensada e aglomerada**. 2005. 150 f. Tese (Doutorado em Ciência e Engenharia de Materiais) - Universidade de São Paulo, São Carlos, 2005.

ENCONTRO BRASILEIRO EM MADEIRAS E EM ESTRUTURAS DE MADEIRA, 14., 2014, Natal. **Painéis aglomerados produzidos com resíduo de serraria**. Natal: Moura Ramos, 2014. 3 v.

FIORELLI, J. et al. Painéis de partículas à base de bagaço de cana e resina de mamona – produção e propriedades. **Acta Scientiarum. Technology**, Maringá, v. 33, n. 4, p.401-406, nov. 2011.

FREIRE, W. J.; BERALDO, A. L. **Tecnologias e materiais alternativos de construção**. Campinas: Unicamp, 2003. 331 p.

FONTES, P. J. P. **Auto-suficiência energética em serraria de pinus e aproveitamento dos resíduos**. 1994. 140 f. Dissertação (Mestrado em Ciências Florestais) - Universidade Federal do Paraná, Curitiba, 1994.

GARCIA, F. M. **Rendimento operacional de uma serraria com a espécie Cambará (Qualea albiflora Warm.) na região amazônica**. 2013. 83 f. Dissertação (Mestrado em Agronomia) - Universidade Estadual Paulista, Botucatu, 2013.

IWAKIRI, S.; CUNHA, A. B.; ALBUQUERQUE, C. E. L.; GORNIK, E.; MENDES, L. M. et al. Resíduo de serrarias na produção de painéis de madeira aglomerada de eucalipto. **Scientia Agraria**, Curitiba, v. 1, n. 1-2, p. 23-28, 2000.

IWAKIRI, S. **Painéis de madeira reconstituída**. Curitiba: FUPEF, 2005. p. 123-166, 2005.

IWAKIRI, S. et al. Avaliação das propriedades de painéis aglomerados produzidos com resíduos de serrarias de nove espécies de madeiras tropicais da Amazônia. **Acta Amazonica**, Manaus, v. 42, n. 1, p. 59-64, 2012. DOI: 10.1590/s0044-59672012000100007.

IWAKIRI, S. et al. Avaliação das propriedades de painéis aglomerados produzidos com resíduos de serrarias de nove espécies de madeiras tropicais da Amazônia. **Acta Amazonica**, Manaus, v. 42, p. 59-64, abr. 2011.

INSTITUTO DE PESQUISAS TECNOLÓGICAS - IPT. **Avaliação, controle de qualidade e elaboração de especificações de madeiras e produtos derivados**. São Paulo, 2009. Disponível em: <http://www.ipt.br/solucoes/60avaliacao_controle_de_qualidade_e_elaboracao_de_especificacoes_de_madeiras_e_produtos_derivados.htm>. Acesso em: 28 out. 2014.

JESUS, J. M. H. de; CALIL JUNIOR, C. Estudo do adesivo poliuretano à base de mamona em madeira laminada colada (MLC). **Madeira: Arquitetura e Engenharia**, São Carlos, v. 3, n. 8, p.01-47, maio 2002.

LAHR, R. **Derivados de Madeira**: produtos derivados de madeira. São Carlos: USP, 2004. 161 p.

LONGO, Bruna Laís. **Potencial do resíduo de espécies tropicais para a produção de painéis particulados**. 2014. 150 f. Dissertação (Mestrado em Engenharia Florestal) - Universidade do Estado de Santa Catarina, Lages, 2014.

MANZANO, R. P. et al. Digestibilidade do bagaço de cana-de-açúcar tratado com reagentes químicos e pressão de vapor. **Rev. Bras. Zootec.**, Viçosa, MG, v. 29, n. 4, p. 1196-1204, 2000. DOI: 10.1590/s1516-35982000000400034.

MARTON, A. **Confecção e avaliação de chapas de madeira aglomerada com aproveitamento de resíduos de marcenaria industrial**. 2014. 67 f. Dissertação (Mestrado em Engenharia Civil) - Universidade Estadual Paulista, Ilha Solteira, 2014.

MATTOS, R. L. G.; GONÇALVES, R. M.; CHAGAS, F. B. das. **Painéis de madeira no brasil: panorama e perspectivas**. Rio de Janeiro: Bndes Setorial, 2008. 156 p.

MELLO, S MORALES, E GONÇALVES, R. Utilização da técnica de ondas ultrasônicas para estimativa de propriedades mecânicas de chapas MDF e OSB. In: LAHR, F. A. R. **Produtos derivados de madeira**. São Carlos, USP, 2008. p. 1-159.

MELO, R. R. de et al. Propriedades físico-mecânicas de painéis aglomerados madeira-bambu. **Ciência Rural**, Santa Maria, v. 45, n. 1, p. 35-42, jan. 2015. DOI: 10.1590/0103-8478cr20120970.

NASCIMENTO, M. MORALES, E. Fabricação de painéis OSB com matéria-prima proveniente de espécies de madeira da caatinga do nordeste brasileiro. In: LAHR, F. A. R. **Produtos derivados de madeira**. São Carlos, USP, 2008. p. 117-136.

NARCISO, C. R. P. et al. Painéis aglomerados produzidos com resíduo de serraria. In: ENCONTRO BRASILEIRO EM MADEIRAS E EM ESTRUTURAS DE MADEIRA, 14. 2014, Natal. **Anais...** Natal: Moura Ramos, 2014. v. 3, p. 56 - 67.

NEGRÃO, W. H. et al. Painéis aglomerados fabricados com mistura de partículas de madeiras tropicais. **Ambiente Construído**, São Paulo, v. 14, n. 3, p.103-112, 2014. DOI: 10.1590/s1678-86212014000300008.

PATTON, J. **Materiais de construção**: materiais de construção para engenharia civil. São Paulo: Pedagógica e Universitária, 1978. 365 p.

PEDRESCHI, Ricardo. **Aproveitamento de bagaço de cana da indústria sucroalcooleira na produção de painéis de aglomerados**. 2009. 61 f. Tese (Doutorado em Ciência e Tecnologia da Madeira) - Universidade Federal de Lavras, Lavras, 2009.

PEDROSA, A.L.; IWAKIRI, S.; MATOS, J. L. M. de. Produção de vigas estruturais em perfil “i” com painéis de madeira reconstituída de *Pinus taeda* L.E *Eucalyptus dunnii* Maiden. **Floresta**, Curitiba, v. 35, n. 3, p.443-449, dez. 2005.

PETRUCCI, G. R. **Materiais de construção**. 10 ed. São Paulo: São Paulo, 1975. 435 p.

PIERRE, F. C. **Caracterização físico-mecânica de painéis aglomerados de *Eucalyptus grandis* com adição de resíduos i**. 2010. 122 f. Tese (Doutorado em Engenharia Florestal) – Universidade Estadual Paulista, Botucatu, 2010.

PROCÓPIO, L. C.; SECCO, R. S. A importância da identificação botânica nos inventários florestais: o exemplo do “tauari” (*Couratari* spp. e *Cariniana* spp. – *Lecythidaceae*) em duas áreas manejadas no Estado do Pará. **Acta Amazonica**, v. 38, n. 1, p. 31-44, 2008.

REVISTA DA MADEIRA. Curitiba: Lettech, 2010.

SANCHEZ, E. M. S. et al. Compósito de resina de poliéster insaturado com bagaço de cana-de-açúcar: influência do tratamento das fibras nas propriedades. **Polímeros**, São Carlos, v. 20, n. 3, p. 194-200, 2010. DOI: 10.1590/s0104-14282010005000034.

SANTOS, M. L. dos et al. Estudo das condições de estocagem do bagaço de cana-de-açúcar por análise térmica. **Quím. Nova**, São Paulo, v. 34, n. 3, p. 507-511, 2011. DOI: 10.1590/s0100-40422011000300024.

SARTORI, D. de L. **Painel portante estrutural com chapa de partículas de bagaço de cana-de-açúcar e resina de mamona para centro de manejo bovino**. 2012. 128 f. Dissertação (Mestrado em Zootecnia e Engenharia de Alimentos) - Universidade de São Paulo, Pirassununga, 2012.

SOCIEDADE BRASILEIRA DE SILVICULTURA - SBS. **Série histórica da produção, consumo, exportação e importação de aglomerados (m³)**. São Paulo, 2014. Disponível em: <http://www.sbs.org.br/estatisticas_htm>. Acesso em: 01 abr. 2014.

STANGERLIN, D. M. et al. Durabilidade natural de painéis aglomerados confeccionados com *Eucalyptus grandis* e *Bambusa vulgaris* em ensaio de apodrecimento acelerado. **Ciência Rural**, Santa Maria, v. 41, n. 8, p.1369-1374, 2011. DOI: 10.1590/s0103-84782011000800012.

TITA, S. P. S.; PAIVA, J. M. F. de; FROLLINI, E. Resistência ao impacto e outras propriedades de compósitos lignocelulósicos: matrizes termofixas fenólicas reforçadas com fibras de bagaço de cana-de-açúcar. **Polímeros**, São Carlos, v. 12, n. 4, p. 228-239, 2002. DOI: 10.1590/s0104-14282002000400005.

VISNARDI, O. C.; VALARELLI, I. de D.; CARVALHO, M. R. de O.; TIBÚRCIO, U. F. de O. Produção e avaliação física de chapas de partículas de bambu da espécie *Dendrocalamus giganteus*. In. ENCONTRO BRASILEIRO EM MADEIRA E ESTRUTURA DE MADEIRA, 12., Lavras. **Anais...** Lavras: [s. n.], 2010.

ZANGIÁCOMO, A. L. **Emprego de espécies tropicais alternativas na produção de elementos estruturais de madeira laminada colada**. 2003. 81 f. Dissertação (Mestrado em Engenharia) - Escola de Engenharia, Universidade de São Paulo, São Carlos, 2003.

ZAU, M. D. L. et al. Avaliação das propriedades química, física e mecânica de painéis aglomerados produzidos com resíduo de madeira da Amazônia - Cumaru (*Dipteryx Odorata*) e resina poliuretana à base de óleo de mamona. **Polímeros**, São Carlos, v. 24, n. 6, p. 101-108, dez. 2014.