

**UNIVERSIDADE FEDERAL DE GOIÁS
REGIONAL JATAÍ
PROGRAMA DE PÓS-GRADUAÇÃO EM AGRONOMIA**

**APROVEITAMENTO DO RESÍDUO DO
PROCESSAMENTO DA SOJA PARA PRODUÇÃO DE
PAINÉIS AGLOMERADOS**

**Evelyn Hoffmamm Martins
Engenheira Florestal**

**JATAÍ – GOIÁS - BRASIL
Julho de 2015**

**UNIVERSIDADE FEDERAL DE GOIÁS
REGIONAL JATAÍ
PROGRAMA DE PÓS-GRADUAÇÃO EM AGRONOMIA**

**APROVEITAMENTO DO RESÍDUO DO
PROCESSAMENTO DA SOJA PARA PRODUÇÃO DE
PAINÉIS AGLOMERADOS**

Evelyn Hoffmamm Martins

Orientador: Prof. Dr. José Benedito Guimarães Junior

Co-orientador: Prof. Dr. Robson Schaff Corrêa

Co-orientadora: Prof. Dra. Thelma Shirlen Soares

Dissertação apresentada à Universidade Federal de Goiás – UFG, Regional Jataí, como parte das exigências para a obtenção do título de Mestre em Agronomia (Produção Vegetal).

JATAÍ – GOIÁS - BRASIL

Julho de 2015

Ficha catalográfica elaborada automaticamente
com os dados fornecidos pelo(a) autor(a), sob orientação do Sibi/UFG.

Hoffmamm Martins, Evelyn

Aproveitamento do resíduo do processamento da soja para produção de painéis aglomerados [manuscrito] / Evelyn Hoffmamm Martins. - 2015.

III, 33 f.: il.

Orientador: Prof. Dr. José Benedito Guimarães Junior; co-orientador Dr. Robson Schaff Corrêa; co-orientador Dr. Thelma Shirlen Soares. Dissertação (Mestrado) - Universidade Federal de Goiás, Regional Jataí, Programa de Pós-Graduação em Agronomia, Jataí, 2015.

Bibliografia.


Inclui fotografias, gráfico, tabelas.

1. ABSORÇÃO DE ÁGUA. 2. EUCALIPTO RESÍDUOS. 3. RESÍDUOS . 4. PROPRIEDADES FÍSICAS E MECÂNICAS. 5. RECONSTITUÍDOS. I. Guimarães Junior, José Benedito, orient. II. Schaff Corrêa, Robson, co-orient. III. Título.

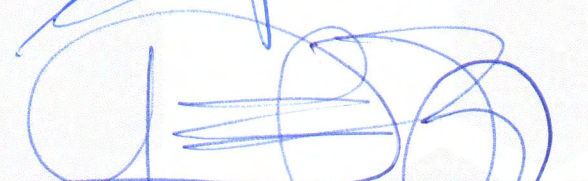
EVELYN HOFFMMAN MARTINS

TÍTULO: “APROVEITAMENTO DO RESÍDUO DO PROCESSAMENTO DA SOJA PARA PRODUÇÃO DE PAINÉIS AGLOMERADOS”

Dissertação DEFENDIDA e APROVADA em 16 de julho de 2015,
pela Banca Examinadora constituída pelos membros:



Prof. Dr. José Benedito Guimarães Junior
Presidente – REJ/UFG



Prof. Dr. Lourival Marin Mendes
Membro Externo– DCF/UFLA



Prof. Dr. Rafael Farinassi Mendes
Membro Externo -DEG/UFLA

Jataí - Goiás
Brasil

DADOS CURRICULARES DA AUTORA

Evelyn Hoffmamm Martins - filha de Avelina de Fátima Hoffmamm Martins (*in memoriam*), natural de Mineiros - Goiás ao dia 25 de outubro de 1990. É engenheira florestal pelo Centro Universitário de Mineiros – UNIFIMES. Iniciou o curso de Pós-graduação *strictu-senso* em nível de Mestrado em Agronomia, área de concentração em Produção Vegetal, na UFG – Regional Jataí, em agosto de 2013.

A minha mãe Avelina de Fátima Hoffmamm Martins
pelo amor incondicional dedicado a mim enquanto viveu.

DEDICO E OFEREÇO

AGRADECIMENTOS

A Deus, pela oportunidade à vida e pela saúde.

A minha mãe Avelina de Fátima Hoffmann Martins (in memoriam) por tudo que fez por mim enquanto viveu, sei que se estivesse aqui entre nós não mediria esforços para apoiar e incentivar a conclusão deste, minha tia Izabel, meus primos, e meu namorado Jacioly, pela paciência apoio e presença em minha vida.

A Família Logosófica pela grata oportunidade de superação individual.

A Universidade Federal de Goiás – Regional Jataí e ao Programa de Pós Graduação em Agronomia pela oportunidade oferecida no Mestrado.

A Coordenação de Aperfeiçoamento Pessoal de Nível Superior - Capes, pela concessão da bolsa de estudos.

Ao Professor José Benedito Guimarães Junior pela orientação e amizade, confiança, paciência, empenho e dedicação na condução e realização deste trabalho, pelos seus ensinamentos e incentivos contribuindo para o meu crescimento pessoal e profissional.

A todos os integrantes do Laproflor pela ajuda e contribuição direta ou indireta na realização deste trabalho.

À Universidade Federal de Lavras - UFLA, através da Unidade Experimental de Produção de Painéis de Madeira - UEPAM, na pessoa do Professor Lourival e Professor Rafael pelo auxílio na condução dos dados.

Aos docentes e técnicos administrativo do programa de pós-graduação em agronomia da UFG – Regional Jataí pelos ensinamentos transmitidos e pelo apoio.

Aos colegas da pós, Carolina, Tatiana, Jorge, Pedro e Warlles.

A todos aqueles que de forma direta ou indireta colaboraram para realização deste.

SUMÁRIO

RESUMO:	II
ABSTRACT:	III
1. INTRODUÇÃO	1
2. REVISÃO DA LITERATURA	3
2.1. PAINÉIS AGLOMERADOS.....	3
2.2. MERCADO E USO DOS AGLOMERADOS.....	3
2.3. VARIÁVEIS DE PROCESSO QUE INTERFEREM NA QUALIDADE DO AGLOMERADO	4
2.3.1. Variáveis Relacionadas à Matéria-prima.....	7
2.4. TIPOS DE RESÍDUOS	7
2.5. UTILIZAÇÃO DE RESÍDUOS LIGNOCELULÓSICOS PARA PRODUÇÃO DE PAINÉIS.....	8
2.6. TRABALHOS LABORATORIAIS COM PAINÉIS AGLOMERADOS PRODUZIDOS COM RESÍDUOS AGROINDUSTRIAIS	9
2.7. RESÍDUO DA SOJA	10
3. MATERIAL E MÉTODOS	12
3.1. AMOSTRAGEM	12
3.2. DETERMINAÇÃO DAS PROPRIEDADES QUÍMICA E FÍSICA DOS MATERIAIS.....	12
3.3. DELINEAMENTO EXPERIMENTAL PARA OS PAINÉIS AGLOMERADOS	13
3.4. PROCESSO DE PRODUÇÃO DOS PAINÉIS AGLOMERADOS	13
3.5. AVALIAÇÃO DAS PROPRIEDADES E ANÁLISE ESTATÍSTICA	14
4. RESULTADOS E DISCUSSÃO	15
4.1. PROPRIEDADES FÍSICAS DAS PARTÍCULAS DE VAGEM DE SOJA E EUCALIPTO.....	15
4.2. PROPRIEDADES FÍSICAS DOS PAINÉIS AGLOMERADOS.....	16
4.3. PROPRIEDADES MECÂNICAS DOS PAINÉIS AGLOMERADOS.....	22
5. CONCLUSÕES	25
6. REFERÊNCIAS	27

APROVEITAMENTO DO RESÍDUO DO PROCESSAMENTO DA SOJA PARA PRODUÇÃO DE PAINÉIS AGLOMERADOS

RESUMO: O Brasil é o segundo maior produtor de soja do mundo, com produções em torno de 96,2 milhões de toneladas por safra, essa alta produtividade acarreta em um número expressivo de resíduos (vagem da soja) gerados pelo cultivo da soja, o que pode chegar a aproximadamente 41 milhões de toneladas por ano. Este material possui propriedades lignocelulósicas, o que pode constituir-se de matéria-prima para a produção de painéis aglomerados. Objetivou-se com o presente trabalho avaliar a utilização da vagem da soja na produção de painéis aglomerados. Para a manufatura dos painéis aglomerados foi utilizado madeira do híbrido *Eucalyptus urophylla* e *Eucalyptus grandis* em composição com a vagem de soja, nas proporções de 0%, 25%, 50%, 75% e 100%. Para a avaliação dos painéis utilizou-se de delineamento inteiramente casualizado, com cinco tratamentos e três repetições, utilizou-se a regressão linear e o teste de médias de Scott-Knott a 5% de significância para comparação entre os diferentes tratamentos. Foram avaliadas as propriedades densidade aparente, razão de compactação, absorção de água após 2 h e 24 h em imersão em água, inchamento em espessura após 2 h e 24 h em imersão em água, tração perpendicular, módulo de ruptura e módulo de elasticidade na flexão estática. Nas propriedades físicas dos painéis apenas a densidade e a absorção de água após 2 h de imersão em água não variaram estatisticamente com o aumento da proporção de vagem de soja, as demais aumentaram com o aumento da mesma. As propriedades mecânicas decresceram com o aumento da proporção de vagem de soja na produção dos painéis aglomerados.

PALAVRA CHAVE: eucalipto, resíduos, propriedades físicas e mecânicas, reconstituídos, absorção de água.

UTILIZATION OF SOYBEAN PROCESSING WASTE FOR PRODUCTION OF PARTICLEBOARD PANELS

ABSTRACT: Brazil is the world's second largest soybean producer, with production at around 96.2 million tonnes per harvest, this high productivity brings in a large number of waste (soybean pods) generated by soybean cultivation, which can reach approximately 41 million tons per year. This lignocellulosic material has properties, which may consist of raw material for the production of particleboard panels. The objective of the present study was to evaluate the use of soybean pod in the production of particleboard panels. For the manufacture of wood particle boards is used the hybrid *Eucalyptus grandis* and *Eucalyptus urophylla* composition to soybeans, in proportions of 0%, 25%, 50%, 75% and 100%. For the evaluation of the panels was used to completely randomized design, with five treatments and three repetitions, we used linear regression and the average test Scott-Knott at 5% significance to compare the different treatments. Bulk density properties were evaluated compression ratio, the water absorption after 2 h and 24 h immersion in water, thickness swelling after 2 h and 24 h immersion in water, perpendicular traction, modulus of rupture and modulus of elasticity in bending. All physical properties of panels only the density and water absorption after 2 hours immersion in water no statistically varied with increasing proportion of soybean pod, other increased with the same. The mechanical properties decreased with increasing proportion of soybean pod in the production of particleboard panels.

KEYWORD: Eucalyptus, waste, physical and mechanical properties, water absorption.

1. INTRODUÇÃO

A produção e o consumo de painéis de madeira no Brasil tem sido crescente nos últimos anos. Estimou-se uma produção de 7,98 milhões de metros cúbicos de painéis só no ano de 2014 ocupando a 7º posição no ranking mundial, onde 95% destes produtos foram destinados ao mercado doméstico do país (construção civil e indústria moveleira) (IBÁ, 2015).

São numerosas as espécies que podem ser utilizadas para a produção de painéis aglomerados, porém a tecnologia disponível faz que a decisão de optar por uma ou outra espécie esteja mais relacionada com aspectos econômicos que tecnológicos. Contudo quando decidir por uma espécie para ser utilizada deve-se pensar nos seguintes aspectos: quantidades significativas de matéria-prima, custo conveniente por volume, forma adequada para o processamento e baixos custos de armazenagem e transporte (Moslemi, 1974).

Atualmente a principal matéria prima para a produção de painéis, são madeiras de florestas plantadas de eucalipto e pinus, de acordo com a Ibá, (2014) a matéria-prima é o item com maior custo para a produção de painéis, que chega a torno de 41% do custo total de produção, o que torna interessante o desenvolvimento das pesquisas sobre novas matérias-primas com custos inferiores.

Alguns pesquisadores como Carashi et al. (2009) Mendes et al. (2009), Colli et al. (2010) e Santos et al. (2010), vêm estudando diferentes resíduos de propriedades lignocelulósicas em substituição à madeira para produção de painéis aglomerados. Estes estudos tem por intuito agregar valor à outros materiais com características semelhantes ao da madeira e assim reduzir custos do processo de produção.

A produção de resíduos no Brasil é uma questão inerente à industrialização e às atividades agrícolas, surge daí a produção de grandes quantidades de resíduos agrícolas que possuem características relevantes como matéria-prima para diversos setores industriais, mas que muitas vezes, seu aproveitamento não é feito de forma adequada, podendo ser descartados, o que gera grandes problemas ambientais ao País.

Segundo a Conab (2015) o Brasil é o segundo maior produtor mundial de soja, atrás apenas dos Estados Unidos. Na safra 2014/2015, a cultura ocupou uma área de 31,9 milhões de hectares, o que totalizou uma produção de 96,2 milhões de toneladas. De acordo com o mesmo autor a Região Centro-Oeste, do país é a maior

produtora nacional de soja, nela Goiás representa o 2º maior estado produtor e com destaque ainda para a região do sudoeste goiano, que produziu mais de 1,4 milhões de toneladas (IBGE, 2010).

Conforme Matos (2005), estima-se que a cultura da soja produz cerca de 2.700 t de resíduos para cada 1.0 t de grãos processados. Assim, pode-se considerar que, no processamento da cultura da soja, são gerados 270% de resíduos.

A vagem da soja é um resíduo oriundo da colheita, seleção e extração do óleo vegetal da soja, que gera grandes quantidades e disponibilidade durante os períodos de safra, e que vem aumentando sua produtividade territorial anualmente. Este material fibroso de constituição celulósica é normalmente destinado à fabricação de alimentação bovina, mas que tem propriedades físicas e químicas que podem servir como matéria-prima em outros segmentos industriais, como por exemplo, a produção de painéis aglomerados.

A utilização da vagem da soja na confecção de painéis aglomerados propicia uma alternativa à substituição da madeira, por ser um material derivado de resíduos, este possui potencial de aproveitamento, devido a sua grande disponibilidade e logística, além de conferir baixo custo no processo, o que pode suprir a demanda industrial de painéis de madeira no comércio moveleiro e tem a oportunidade de melhorar as características físicas destes painéis a partir de materiais que seriam descartados ou então mal aproveitados, contribuindo com a diminuição dos problemas ambientais ocasionados pela falta de alternativa na destinação destes resíduos.

Este estudo tem como objetivo verificar o potencial de utilização de vagem de soja para produção de painéis aglomerados; Verificar a viabilidade técnica de utilização de vagem de soja na produção de painéis aglomerados; Avaliar qual a porcentagem de vagem de soja em proporção com madeira de eucalipto refletem melhores propriedades físicas e mecânicas nos painéis.

2. REVISÃO DA LITERATURA

2.1. Painéis Aglomerados

Os Painéis de madeira podem ser definidos como produtos compostos de elementos de madeira como laminas, sarrafos, partículas e fibras, obtidos a partir da redução da madeira sólida, e reconstituídos através de ligação adesiva (Iwakiri, 2005).

De acordo com a norma brasileira NBR 14810-1 (ABNT, 2006), as chapas de madeira aglomerada é um produto em forma de painel, variando de 3 a 50 mm de espessura, constituído por partículas de madeira aglomeradas com adesivos naturais ou sintéticos termofixos, sob a ação de pressão e calor. A geometria das partículas e sua homogeneidade, os tipos de adesivos, a densidade e os processos de fabricação podem ser modificados para fabricar produtos adequados aos usos finais específicos. Durante o processo de fabricação, podem ainda ser incorporados aditivos para prover painéis de características específicas.

São muitas as vantagens da produção de aglomerados em relação com os demais painéis e com a própria madeira serrada, pois além do aproveitamento de resíduos da madeira ou outro material lignocelulósico, o custo de produção é menor, não há necessidade de grandes exigências da qualidade da matéria prima, tais como: possibilidade de controlar a densidade do painel, ser um material com altas propriedades físico-mecânicas, alta resistência, e com a anisotropia da madeira minimizada (Iwakiri, 2005).

O emprego de resíduos de diversas origens na fabricação de aglomerados vem chamando a atenção de muitos pesquisadores, visto que contribui para o atendimento da demanda de painéis, oferece destino adequado aos resíduos, além de preservar os recursos naturais, diminuindo o descarte de materiais que podem ser matéria-prima para outro segmento industrial (Mendes et al., 2009).

2.2. Mercado e Uso dos Aglomerados

As indústrias de painéis aglomerados no Brasil estão localizadas nas regiões sul e sudeste, tendo como foco o atendimento aos pólos moveleiros instalados principalmente nos Estados de São Paulo, Minas Gerais, Paraná, Santa Catarina e

Rio Grande do Sul. As florestas plantadas de pinus e eucalipto são à base de suprimento de madeira para estas indústrias (Iwakiri et al., 2012).

No Brasil, as espécies mais utilizadas em plantios florestais são as espécies do gênero *Pinus* e *Eucalyptus*. No entanto, existe a necessidade de estudos relacionados à utilização de espécies alternativas, aumentando a diversidade e volume de matéria prima ofertada ao segmento de painéis, tanto para produção de painéis puros ou em misturas, e proporcionando o desenvolvimento de novos produtos e a melhoria das propriedades físicas e mecânicas, os quais são fatores primordiais ao desenvolvimento tecnológico e econômico (Trianoski, 2010), e à competitividade no mercado global (Bufalino et al., 2012).

O crescimento da indústria de painéis de madeira aumenta também a demanda por matéria-prima, o que leva a procura de outros materiais. Conseqüentemente, há o aumento do aproveitamento de resíduos agrícolas, que são produzidos em larga escala no Brasil, e oferecem alternativas viáveis para atender a demanda da indústria de painéis, agregando valor ao resíduo e diminuindo o custo de produção dos painéis, tornando o mercado mais competitivo (Pedreschi, 2009)

Silva (2006) afirma que, em se tratando de economia, um dos fatores importantes para o sucesso do aglomerado é justamente o fato de ele poder ser fabricado com matéria-prima de menor qualidade e até resíduos, minimizando, assim, o seu custo.

2.3. Variáveis de Processo que Interferem na Qualidade do Aglomerado

De acordo com Maloney (1993) as principais matérias-primas para a fabricação de painéis reconstituídos (aglomerado convencional, MDP, MDF, Compensado, OSB) são: toras de madeira, rejeitos de madeira serrada, serragem de corte de serra, aparas, resíduos de processamento da madeira, serragem seca derivada da usinagem da madeira, resíduos de compensado e laminas de madeira serrada.

O processo de produção de painéis aglomerados envolve as seguintes etapas: geração de partículas, secagem, classificação, aplicação de adesivo e de aditivos químicos, formação do colchão, pré-prensagem, prensagem a quente,

resfriamento, acondicionamento, acabamento, classificação, embalagem e armazenamento (Iwakiri, 2005).

A razão de compactação é a relação entre a densidade do painel e a densidade da matéria-prima utilizada, sendo considerada como faixa aceitável a que compreende os valores entre 1,3 a 1,6 para que ocorra um contato adequado entre as partículas de madeira e formação da ligação adesiva entre elas (Moslemi, 1974; Maloney, 1993).

A densidade do painel está intimamente associada à densidade das matérias primas empregada na sua fabricação e à taxa de compressão necessária para a sua compactação. Essa é a variável que mais afeta as propriedades de resistência dos painéis formados (Hillig, 2000).

Bernardo (1988) afirma que painéis aglomerados podem ser produzidos em densidades que variam de 0,25 g/cm³ a 1,2 g/cm³, sendo a densidade média mais usual entre 0,4g/cm³ a 0,8 g/cm³.

A relação entre a densidade da chapa e a densidade da matéria prima, é denominada de razão de compactação, exercendo um efeito marcante nas propriedades dos painéis particulados, tendo em vista o processo de densificação do material, para consolidação do painel até a espessura final (Kelly, 1977; MALONEY, 1993; Moslemi, 1974).

Dentre os principais tipos de adesivos utilizados pela indústria de painéis de madeira estão: a uréia-formaldeído (UF), que apresenta resistência à umidade muito limitada, e a fenol-formaldeído (FF), indicada para produção de painéis para uso externo ou em ambiente com alta umidade relativa. Por ser o componente de maior custo, torna-se muito importante a definição do tipo e quantidade de adesivo a ser utilizado, no sentido de se buscar uma otimização na relação custo-benefício (Mendes et al., 2009).

O adesivo deve ser distribuído o mais uniformemente possível em toda a superfície disponível das partículas, o que se consegue pela pulverização ou atomização do adesivo em forma aquosa. Assim, a deposição e distribuição do adesivo nas partículas ocorrem em ambos os lados, em forma de gotículas pequenas e uniformes que, com a aplicação da pressão, passam a constituir quase que um filme contínuo na superfície. O adesivo uréia-formaldeído é o mais empregado na indústria de aglomerados, sendo utilizada normalmente na forma de

emulsão com um conteúdo de 50% a 65% de sólidos. A dosagem é feita por peso das partículas disponíveis (Lara Palma, 2009).

Segundo Albin (1975) o pH é outra variável importante na produção de painéis. Em termos de processamento e aproveitamento da madeira, o pH influi na fixação de preservantes químicos, na aplicação de tintas e vernizes e na cura dos adesivos. Uma madeira de alta acidez pode provocar a pré-cura da resina ureia-formaldeído, que cura em meio ácido, durante a prensagem dos painéis, comprometendo a qualidade de colagem entre partículas (Iwakiri, 2005).

Segundo Maloney (1989) a resistência à flexão, a resistência à tração paralela e perpendicular à superfície e ao arrancamento de parafusos e pregos são influenciadas pelo tamanho das partículas que, além disso, influenciam a absorção de água e de outros líquidos, causando alteração na estabilidade dimensional e modificações superficiais nos painéis.

A parafina é adicionada no processo produtivo de painéis de partículas com a finalidade de aumentar a resistência à umidade e reduzir o inchamento em espessura, e conseqüentemente proporcionar maior estabilidade dimensional (Heebink, 1967; Craighead, 1991). Isso ocorre devido ao fato de que a parafina reduz a higroscopicidade e forma uma película de proteção nas partículas (Iwakiri, 2005).

Outra variável importante segundo Iwakiri (2005) é o tempo de prensagem do painel que, depende principalmente da eficiência da transferência de calor, da espessura do painel, da temperatura, da distribuição da umidade no colchão, e industrialmente pode ser definido em torno de 6 a 12 segundos por mm de espessura do painel.

De acordo com Matos (1988), a temperatura de prensagem interfere nos painéis e sua principal função durante o processo de prensagem é acelerar a polimerização do adesivo distribuído entre as partículas. Estes painéis são produzidos sob temperaturas que variam entre 130°C e 160°C, e pressão de 14 kgf.cm⁻² a 35 kgf.cm⁻², com teor de umidade final entre 5% e 12% (Watai, 1987).

De acordo com Iwakiri (1989), quanto maior a temperatura de prensagem, maior será a densificação das camadas mais internas dos painéis, resultando em maior resistência das ligações internas e menor resistência à flexão estática, sendo que o tempo em determinada temperatura depende, principalmente, da eficiência na

transferência de calor, da espessura do painel e da distribuição da umidade do colchão.

2.3.1. Variáveis Relacionadas à Matéria-prima

Segundo Oliveira & Freitas (1995), a matéria-prima a ser utilizada na produção dos painéis aglomerados, pode ser de várias origens, tais como madeiras de média a baixa densidade provenientes de produção específica, ou proveniente de desbastes, resíduos de madeira bruta, costaneiras, ou ainda de outros materiais lignocelulósicos como bagaço de cana, palha de arroz e outros resíduos agrícolas sendo utilizados puros ou proporções com partículas de madeira.

No que se refere às propriedades do material, aquela que é considerada a mais importante relacionada ao material genético, é a densidade, sendo fator determinante na utilização da matéria-prima para a produção de painéis (Kelly, 1977). A indústria, normalmente, utiliza madeiras com densidades inferiores a $0,60\text{g/cm}^3$ (Maloney, 1993), porque as chapas devem ter densidade de 5 a 40% superior à densidade da madeira empregada na sua fabricação (Hrázský; Kral, 2003)

Para painéis aglomerados o teor de extrativos é a propriedade química mais importante da matéria prima, pois sua elevada concentração e migração, que ocorre durante o processo de secagem, podem bloquear o contato do adesivo com a madeira. De forma geral, espécies com altos teores de extrativos geram painéis cuja colagem é menos eficiente e de qualidade inferior em relação às com baixos teores. Além disso, extrativos em alta concentração podem dificultar a passagem da água e retardar a sua taxa de evaporação, o que aumenta o tempo de prensagem necessário (Iwakiri, 2005; Mendes & Albuquerque, 2000; Hsu, 1997).

Yasar et al. (2010) sugerem o tratamento prévio de partículas de materiais lignocelulósicos com alta concentração de extrativos em água ou solução alcalina para promover a remoção de parte desses e viabilizar a produção de painéis de partículas.

2.4. Tipos de Resíduos

A NBR 10004 (ABNT, 2004) define que resíduos sólidos são aqueles nos estados sólido e semissólido, que resultam de atividades de origem industrial, doméstica, hospitalar, comercial, agrícola, de serviços e de varrição. Ficam incluídos nesta definição os lodos provenientes de sistemas de tratamento de água, aqueles gerados em equipamentos e instalações de controle de poluição, bem como determinados líquidos cujas particularidades tornem inviável o seu lançamento na rede pública de esgotos ou corpos de água, ou exijam para isso soluções técnicas e economicamente inviáveis em face à melhor tecnologia disponível.

Resíduos industriais são aqueles provenientes de processos industriais. Possuem composição bastante diversificada e uma grande quantidade é considerada perigosa por serem tóxicos e podem causar poluição do ar, da água e do solo. Podem ainda ser constituídos por escórias (impurezas resultantes da fundição do ferro), cinzas, lodos, óleos, plásticos, papel, borrachas, entre outros (Pupo, 2012).

Resíduos da indústria madeireira são aqueles oriundos da transformação mecânica da madeira (cascas, galhos, serragem, maravalhas, cavacos, costaneiras, pó, e outros) e que boa parte é desperdiçada por falta de aproveitamento adequado. Estes resíduos que tem por constituição a celulose são viáveis na produção de painéis de partículas como o aglomerado.

Os resíduos agroindustriais são provenientes de processos produtivos da atividade agrícola, ou seja, são provenientes de matérias-primas produzidas no campo, resultantes das atividades de colheita ou beneficiamento dos produtos agrícolas. Exemplos: bagaço e palhiço da cana-de-açúcar, casca de arroz, sabugo de milho, bagaço de limão e laranja, casca de amendoim, palha de trigo, entre outros (Pupo, 2012).

O aproveitamento dos resíduos, além de reduzir custos no seu tratamento, geram materiais de múltipla utilização, como na confecção de paredes, forros e divisórias, em casas populares, ou painéis e revestimento interno, na indústria automotiva, similares aos normalmente utilizados (Leão, 1997).

2.5. Utilização de Resíduos Lignocelulósicos para Produção de Painéis

Iwakiri (2005) descreve que, do ponto de vista técnico, quase todas as espécies de madeira ou qualquer outro material lignocelulósico podem se constituir

em fonte de matéria-prima para produção de painéis, porém, quando se impõem padrões de qualidade ou características especiais, há uma restrição considerável no número de matérias-primas disponíveis.

A utilização de resíduos de madeira como maravalhas, costaneiras, serragens e outros, agregam mais valor ao material. Aliado a isso, há a viabilidade da mescla de madeiras com resíduos com o intuito da obtenção de painéis com melhores características físico-mecânicas, o que vem proporcionando um destino mais nobre e menos poluente para esses materiais (Melo et al. 2010).

O aproveitamento dos resíduos gerados pela agroindústria brasileira mostra-se como alternativa para atender a demanda do setor de painéis aglomerados, apresentando-se com vários tipos de resíduos lignocelulósicos com potencialidades para aproveitamento, dentre os quais: sabugo de milho, casca de arroz, casca de café, casca de amendoim, pseudocaule de bananeira, casca de coco, caule de mandioca, casca de mamona, bagaço de cana, entre outros (Okino et al., 1997; Rowell et al., 2000; Mendes, 2008; Mendes et al., 2009).

No entanto, pequena parte dos resíduos é aproveitada, e na maioria das vezes direcionado para produção de energia para a própria indústria, o que promove baixa agregação de valor. Enquanto que no caso de painéis, além de possibilitar uma maior relevância de benefícios, permitiria ajudar no suprimento de matéria-prima (Mendes et. al, 2013).

2.6. Trabalhos Laboratoriais com painéis aglomerados produzidos com resíduos agroindustriais

A utilização de matérias-primas alternativas para fabricação de painéis também vem ganhando destaque e é objeto de diversos estudos (Youngquist et al., 1994; Gerardi et al., 1998; Yalinkilic et al., 1998; Lima et al., 2006; Pauleski et al., 2007; Melo, 2009).

Pupo (2012) ao estudar a produção de painéis aglomerados com resíduos termoplásticos (Polipropileno, Polietileno de Alta Densidade e Acrilonitrila Butadieno Estireno) e bainhas da pupunheira sem a adição de resinas observaram que os tratamentos estudados tiveram bom resultado físico-mecânico; porém recomenda-se continuar com a pesquisa e testa-las com a adição de adesivos para melhorar as condições desses painéis.

Lima et al. (2006) estudaram a utilização de fibras de babaçu como a matéria prima para painéis aglomerados de madeira de *Pinus elliottii*, nas proporções de 6 a 8% de adesivo a base de ureia-formaldeído, as chapas foram prensadas a 160° C por 10 minutos e diferentes porcentagens (10%, 20% e 30%) de fibras de babaçu. Observou-se que os painéis produzidos com 8% de resina e até 30% de fibras de babaçu, tiveram resultados satisfatórios para redução do inchamento em espessura e absorção de água, modulo de ruptura e modulo de elasticidade, estes valores foram superiores aos preconizados pela norma CS 236-66.

Melo et. al (2010) ao avaliar a resistência de painéis aglomerados produzidos com diferentes proporções de casca de arroz e madeira à fungos e cupins xilófagos, observaram que os painéis confeccionados exclusivamente com casca de arroz apresentaram maior resistência ao ataque de cupins subterrâneos e fungos apodrecedores.

Freire et al. (2011) realizaram um trabalho avaliando e comparando as propriedades físicas de painéis MDP produzidos com bagaço de cana produzidos na China e de madeira de eucalipto em mistura com madeira de *Pinus* produzidos no Brasil. Os tratamentos receberam camada de parafina nas laterais dos corpos de provas. As avaliações de absorção de água, inchamento em espessura e densidade demonstraram que os painéis produzidos com bagaço de cana apresentaram maiores valores de absorção de água, mas menores valores em inchamento em espessura, e que esses resultados foram importantes para incentivar a mais segmento a esses estudos.

2.7. Resíduo da Soja

A soja, cultura agrícola que mais cresceu no Brasil nos últimos anos é cultivada especialmente nas regiões Centro Oeste e Sul do país, firmou-se como um dos produtos mais destacados da agricultura nacional, representando 46% da área cultivada em grãos do país. Na safra 2014/2015 a produção brasileira atingiu 96,2 milhões de toneladas, e em Goiás contribuiu com 8,745 milhões de toneladas produzidas no país (CONAB, 2015).

Os municípios de Jataí, Mineiros e Rio Verde estão localizados na Microrregião do Sudoeste de Goiás, esta ocupa um lugar de destaque dentro do Estado de Goiás, considerada a maior produtora de soja o que contribui com mais

de 3 milhões de toneladas por ano da produção do Estado, ocupando o Estado o quarto lugar na produção de soja do País (IBGE, 2010)

A soja é um dos principais produtos agrícolas em todo o mundo, sendo o óleo e a proteína os principais focos desta cultura para as indústrias. Já a vagem da soja que é retirada para a extração do grão e nesse processo não tem mais utilidade, sendo redirecionada para a produção de alimentação animal ou mesma, descartada. A vagem (Figura 1) é portanto um resíduo agroindustrial que merece aplicações mais nobres do que a simples utilização como fonte de fibra para o gado (Alemdar & Sain, 2008; Flauzino Neto et al., 2013; Ipharraguerre & Clark, 2003).



Figura 1. Resíduo da soja; (a) e (b) vagem da soja.

Segundo Nogueira et al (2000) estima-se que para cada hectare de soja produzido cerca de 3,0 a 4,0 toneladas sejam de resíduos da biomassa vegetal, ou seja, restos da cultura da soja. A IPEA (2012) ainda afirma que o volume de resíduos gerados na produção brasileira de soja seja em torno de 41 milhões de toneladas por ano.

O uso de resíduos de biomassa vegetal como matéria prima na produção de novos materiais de alta performance é uma aplicação comercial promissora que pode destravar o potencial de produtos de alto valor agregado a partir de *commodities* agro-industriais (Alemdar & Sain, 2008; Purkait et al., 2011; Teixeira et al., 2009).

Devido à alta disponibilidade, baixo custo, e grande quantidade dos resíduos de biomassa vegetal, estes vêm se tornando uma oportunidade viável para a inserção na produção de novos produtos de constituição lignocelulósicos, o que

agrega valor a estes produtos por reduzir os custos de produção e o descarte no meio ambiente. Portanto o aproveitamento da vagem da soja na manufatura de novos produtos industriais proporciona ao país benefícios tecnológicos, econômicos e ambientais.

3. MATERIAL E MÉTODOS

3.1. Amostragem

O experimento foi realizado no Laboratório de Produtos Florestais da Universidade Federal de Goiás Regional Jataí com a produção dos painéis aglomerados e os testes físico-químico das partículas e na Unidade de Produção de Painéis (UEPAM) da Universidade Federal de Lavras onde realizou-se os testes físico-mecânicos dos painéis, na produção dos painéis glomerados foram utilizados partículas de vagem da soja e de madeira eucalipto.

A vagem da soja utilizada advém de resíduos do beneficiamento da soja da safra de 2014/2015, um subproduto da pré-seleção das sementes dos secadores da Cooperativa Mista Agropecuária do Vale do Araguaia – COMIVA localizada na cidade de Mineiros - GO.

A madeira de eucalipto foi proveniente de um plantio experimental com 30 meses de idade do híbrido *Eucalyptus urophylla* e *Eucalyptus grandis*, com diâmetro médio de 25 cm localizado no campus da Universidade Federal de Goiás, na Regional Jataí.

3.2. Determinação das Propriedades Química e Física dos Materiais

Para determinação da densidade básica da vagem de soja e da madeira de eucalipto as partículas de ambos os materiais foram saturadas em água para determinar o volume de água deslocada (método da imersão). Posteriormente as partículas foram levadas a estufa a 105°C de temperatura, onde permaneceram até atingirem a massa constante, para então ser determinada a massa seca. Determina-se o valor de densidade básica pelo quociente entre massa absolutamente seca pelo volume saturado das partículas.

Também foi realizada a análise química desses materiais, da seguinte forma: uma porção das partículas que foram produzidas no moinho martelo foi novamente moída a fim de se obter pó da vagem de soja. Este material foi separado em peneiras sobrepostas de 40 e 60 mesh; então, as amostras foram armazenadas em sacos plásticos e frascos e, logo em seguida e acondicionadas com temperatura de 20°C e umidade de 65% até massa constante, para reduzir as variações de umidade do material.

A propriedade química presente na vagem da soja e na madeira de eucalipto foi determinada segundo as normas técnicas da NBR 7987 T204 om-88 – Teor de extrativos totais.

3.3. Delineamento Experimental para os Painéis Aglomerados

Foi considerado um experimento em delineamento inteiramente casualizado composto por cinco tratamentos e três repetições. Utilizou-se a regressão linear e o teste de médias de Scott-Knott a 5% de significância para comparação entre os diferentes tratamentos. A Tabela 1 mostra os tratamentos deste estudo.

Tabela 1. Composições dos painéis com as proporções entre madeira de eucalipto e vagem de soja.

Identificação	Partículas da Vagem de Soja (%)	Partículas de eucalipto (%)
T1	0	100
T2	25	75
T3	50	50
T4	75	25
T5	100	0

3.4. Processo de Produção dos Painéis Aglomerados

Para a obtenção de partículas, a vagem da soja passou pelo moinho do tipo martelo, para gerar partículas. Estas foram levadas à peneira de abertura de 6 mm, uniformizando assim, as dimensões das partículas do tipo “sliver” dos dois tipos de

materiais. Posteriormente, as partículas foram secas em estufa com circulação forçada de ar até a umidade na base seca de 3%.

Os tratamentos foram constituídos de painéis aglomerados homogêneos formadas por partículas de vagem de soja e madeira de eucalipto em diferentes proporções, com formato do tipo “sliver” em todo o painel. Foi utilizado adesivo do tipo Uréia-formaldeído na quantidade de 12% em relação à massa seca das partículas.

Na sequência, as partículas foram misturadas manualmente com o adesivo, não sendo usada a emulsão de parafina. Após a impregnação de adesivo nas partículas, estas foram levadas a uma caixa formadora de colchão (Figura 2), com dimensões de 20 cm x 20 cm x 1,5 cm, para a realização da pré-prensagem, em um prensa manual com pressão de 0,5 MPa em temperatura ambiente. Posteriormente, o mesmo seguiu para uma prensa à quente, onde o ciclo de prensagem foi de 20 minutos à temperatura de 180°C, à uma pressão de 3,92 MPa.



Figura 2. Produção do painel; (a) Formação do colchão; (b) Pré prensagem.

3.5. Avaliação das propriedades e análise estatística

Após a produção dos painéis, foram retirados corpos de prova para a avaliação das propriedades físicas e mecânicas. Para tanto, retirou-se três corpos de prova por painel (Figura 3), para avaliação das propriedades de flexão estática - DIN 52362 (Deutsches Institut Fur Normung, 1982); três corpos de prova por painel, para tração perpendicular – ASTM D1037 (American Society for Testing and Materials, 2006) e seis corpos de prova por painel, para densidade, razão de

compactação - NBR 11941 (ABNT, 2003), absorção de água e inchamento em espessura após 2 h e 24 h de imersão - ASTM D1037 (American Society for Testing and Materials, 2006).

4. RESULTADOS E DISCUSSÃO

4.1. Propriedades Físicas das Partículas de Vagem de Soja e Eucalipto

Os valores médios de densidade básica e teor de extrativos estão apresentados na Tabela 2.

Tabela 2. Densidade básica e teor de extrativos totais para madeira de *Eucalyptus* sp. e vagem da soja.

Materiais/ propriedades físicas	Densidade básica (g/cm³)	Teor de Extrativos Totais(%)
Eucalipto	0,39	3,47
Vagem da Soja	0,17	26,72

Os valores de densidade básica das partículas foram de 0,39 g/cm³ e 0,17 g/cm³, para madeira de eucalipto e vagem da soja respectivamente. De acordo com a classificação do Instituto de Pesquisa Tecnológicas (IPT, 1989), essas densidades são consideradas como baixas. Iwakiri (2005) relata que a baixa densidade básica de materiais lignocelulósicos é um dos principais requisitos quanto à adaptabilidade da mesma para produção de aglomerados, o que demonstra o potencial para utilização destes materiais para a produção de painéis reconstituídos.

O teor de extrativos totais da vagem de soja apresentou valores médios de 26,72% enquanto que para madeira de eucalipto foi de 3,47%.

Os valores encontrados neste estudo para teor de extrativos da vagem da soja é superior aos observados por Liu et al. (2003) que estudaram o teor de extrativos para palha de arroz em 7,45%, enquanto que Guimarães et al. (2009) observaram valores de 9,68% ao trabalharem com pseudocaule de bananeira na produção de painéis aglomerados. Portanto o valor encontrado neste estudo para o teor de extrativo da vagem da soja é superior comparado a estes trabalhos, o que pode apresentar propriedades físico-mecânicas variadas.

Extrativos podem exercer influência na cura do adesivo e conseqüentemente na qualidade dos painéis produzidos, devido à baixa resistência da ligação adesivo-partícula (Marra, 1992).

4.2. Propriedades Físicas dos Painéis Aglomerados

Na Figura 2 estão apresentados os resultados de densidade aparente dos painéis aglomerados produzidos com vagem de soja e madeira de eucalipto, onde estes apresentaram valores médios entre 0,45 g/cm³ à 0,51 g/cm³. Observou-se que não houve diferença estatística entre os tratamentos.

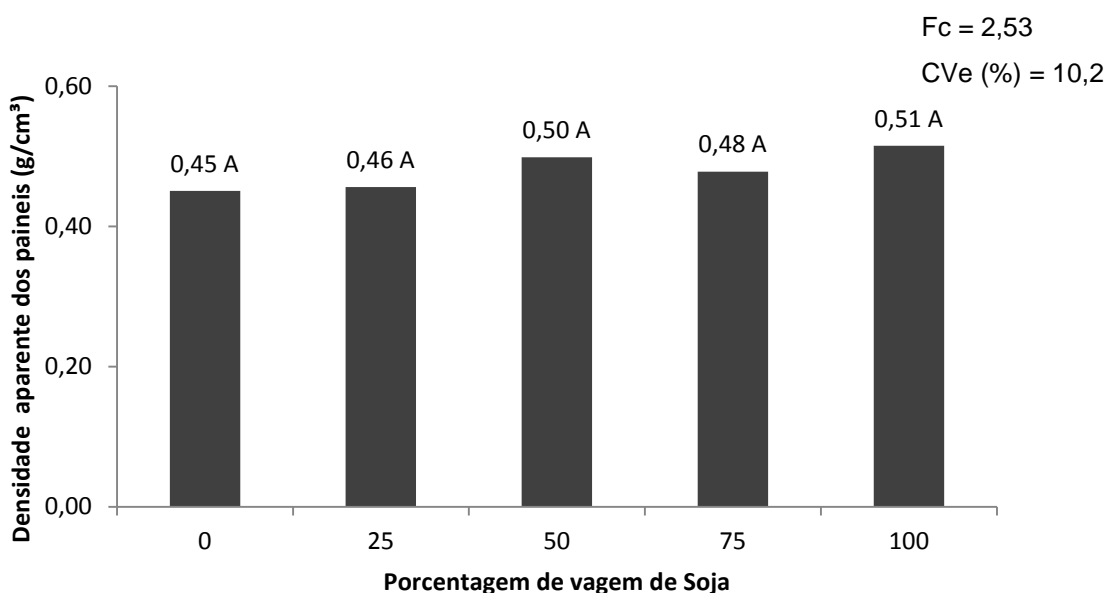


Figura 2. Densidade aparente dos painéis aglomerados. Médias seguidas de mesma letra não diferem significativamente pelo teste Scott-Knott com um nível de significância de 5%.

CVe (%) – Coeficiente de variação experimental;

Os baixos valores de densidade observados, tendo como base aquela nominal (0,60 g/cm³), podem ser atribuídos à especificidade das condições laboratoriais em relação ao processo industrial, com perdas de materiais durante o manuseio das partículas nas etapas de aplicação do adesivo, formação do colchão e prensagem dos painéis. De acordo com Iwakiri (2005) estes painéis são classificados como sendo de baixa densidade (até 0,59 g/cm³).

Na Figura 3 estão apresentados os valores de razão de compactação para os painéis aglomerados produzidos com madeira de eucalipto e vagem de soja. Observa-se que, com o aumento da proporção de vagem de soja há um aumento

linear da razão de compactação sendo que a cada 1% de inserção de vagem de soja no painel ocorre um aumento na razão de compactação na ordem de aproximadamente 0,0775.

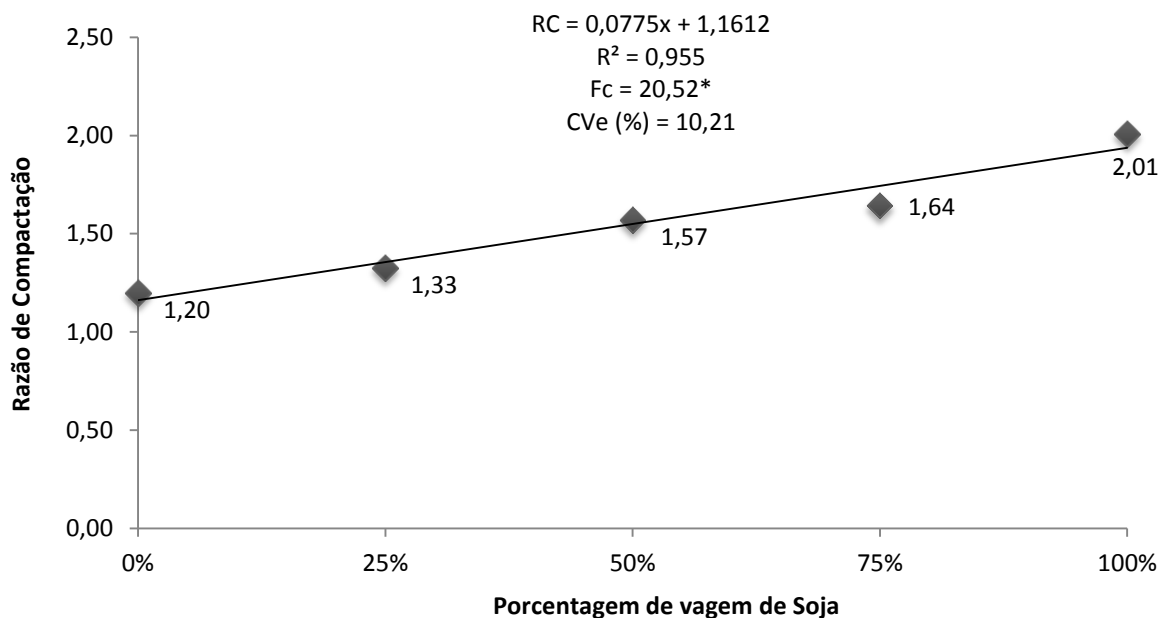


Figura 3. Razão de compactação dos painéis aglomerados.

CVe (%) – Coeficiente de variação experimental; * - Significativo a 5% de probabilidade pela Regressão.

Apenas os tratamentos 25% e 50% apresentaram valores médios de razão de compactação de acordo com a faixa relatada por Kelly (1977), Maloney (1993) e Moslemi (1974), que afirmam que o valor ideal para produção de painéis aglomerados situa-se entre 1,3 e 1,6. O aumento da razão de compactação com o aumento da proporção de vagem de soja é devido à baixa densidade do material ($0,17\text{g/cm}^3$) e, com isso, um número maior de partículas são adicionadas para produzir o painel com a densidade nominal desejada. Contudo, o valor de razão de compactação dos autores citados não são indicativos de inviabilidade dos mesmos.

Na Figura 4 percebe-se que com o aumento de 1% da proporção da vagem de soja nos painéis confeccionados houve um aumento da taxa de absorção de água após 2 h de imersão em água na ordem de 0,38%.

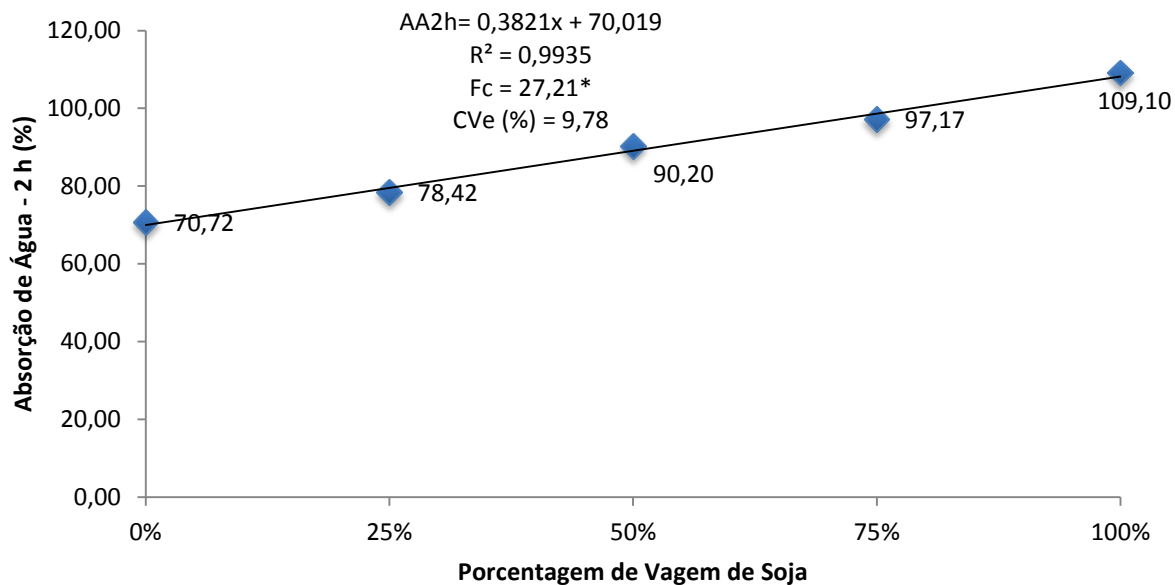


Figura 4. Absorção de água após 2 horas de imersão em água dos painéis aglomerados.
 CVe (%) – Coeficiente de variação experimental; * - Significativo a 5% de probabilidade pela Regressão.

Colli et al. (2010) estudaram a produção de painéis aglomerados de baixa densidade produzidos com porcentagens variadas de madeira de paricá (*Schyzolobium amazonicum*) (100%, 90%, 80% e 70%) e fibras de coco (0%, 10%, 20% e 30%), observaram valores de absorção de água após 2 horas de imersão em água igual a 194%. Neste sentido os painéis produzidos com vagem de soja estão inferiores com os observado neste estudo, para partículas de outros materiais.

Os valores médios de absorção de água após 24 horas de imersão em água variaram de 90,31% a 108,09% (Figura 5) onde pode ser visualizado um acréscimo na absorção de água, sendo que o aumento de vagem de soja no painel na ordem de 1% proporcionou aumento de 14,48% de absorção de água após 24 horas de imersão.

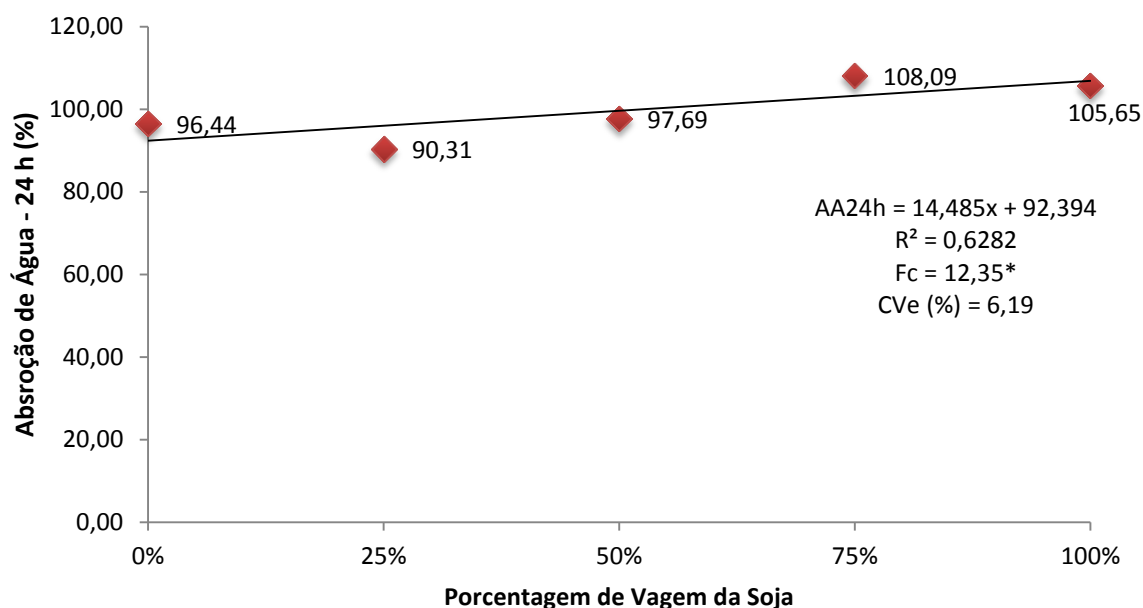


Figura 5. Absorção de água dos painéis aglomerados após 24h de imersão em água.

CVe (%) – Coeficiente de variação experimental; * - Significativo a 5% de probabilidade pela Regressão.

Melo et al. (2009) ao trabalharem com painéis com diferente porcentagens de madeira de *Eucalyptus grandis* (0, 20, 40, 60, 80 e 100%) e casca de arroz (0, 20, 40, 60, 80 e 100%) observou comportamento semelhante ao deste estudo, onde à medida que aumentou a proporção de casca de arroz na mistura houve um aumento na absorção de água após 2 e 24 horas de imersão em água.

Esta maior absorção de água pelos painéis com porcentagem maiores de casca de soja pode ser explicado pela baixa densidade do material, onde para se obter a mesma densidade nominal do painel, é necessário um maior volume de partículas, o que acarreta em maior superfície exposta das partículas, o que gera mais sítios de sorção com a água.

Na Figura 6 verifica-se uma relação linear crescente entre as porcentagens de resíduos da soja e o inchamento em espessura. Com o acréscimo de 1% de resíduo da soja na produção dos painéis aglomerados, houve um aumento de 0,16% em inchamento em espessura após 2 horas de imersão em água, respectivamente.

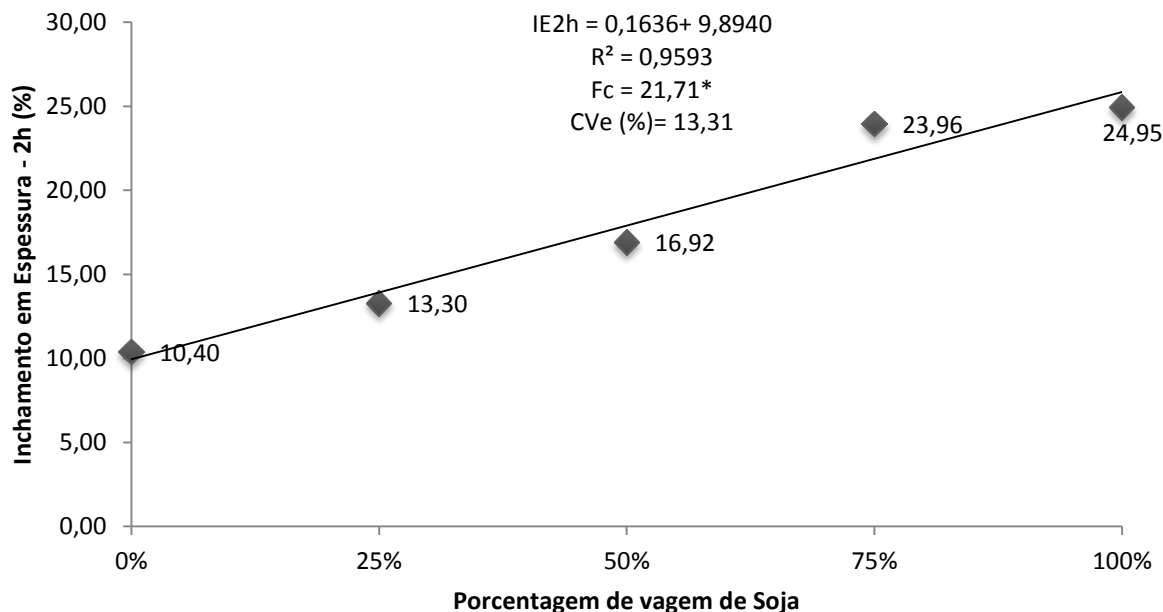


Figura 6. Inchamento em espessura após 2 horas de imersão em água dos painéis aglomerados.
 CVe (%) – Coeficiente de variação experimental; * - Significativo a 5% de probabilidade pela Regressão.

Fiorelli et al. (2015) também observaram valores semelhantes ao deste estudo para inchamento em espessura após 2 h de imersão em água, ao estudarem painéis aglomerados de média densidade produzidos com maravalha de *Pinus spp* em proporções de 0%, 25% 50% 75% e 100% e fibras de casca de coco verde em proporções de 0%, 25% 50% 75% e 100%. Os valores médios relatados no estudo variaram de 6,92 % e 25,97% para inchamento em espessura após 2 horas de imersão em água.

Na Figura 7 verifica-se uma relação linear crescente entre as porcentagens de resíduos da soja e o inchamento em espessura. Com o acréscimo de 1% de resíduo da soja na produção dos painéis aglomerados, houve um aumento de 0,25% em inchamento em espessura após 24 horas de imersão em água, respectivamente.

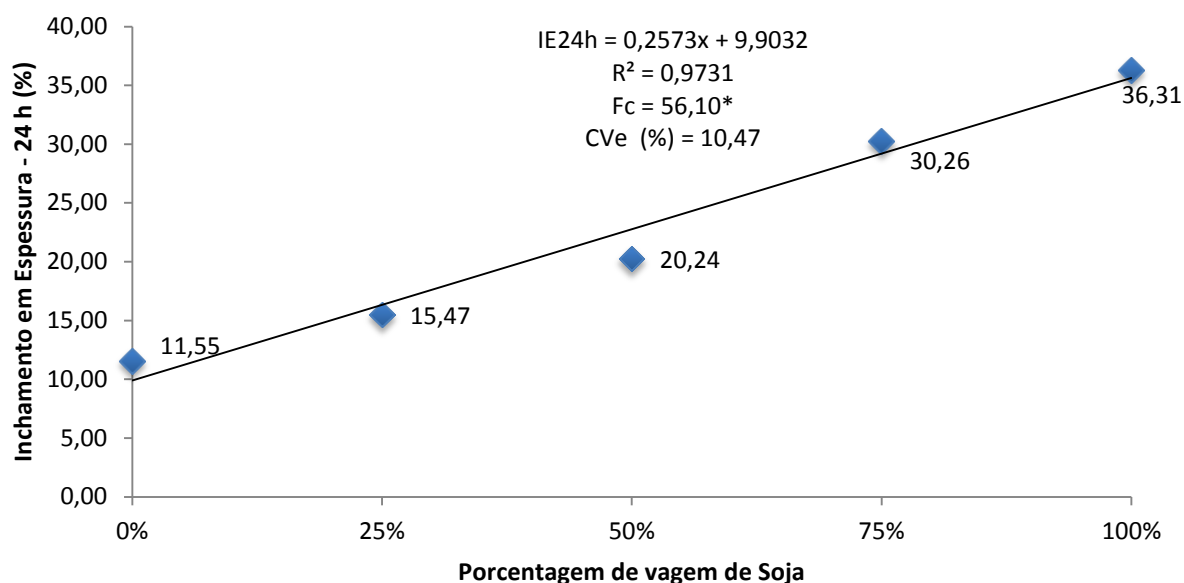


Figura 7. Inchamento em espessura após 24 horas de imersão em água dos painéis aglomerados.
 CVe (%) – Coeficiente de variação experimental; * - Significativo a 5% de probabilidade pela Regressão.

Os valores de inchamento em espessura após 2 h e 24 h de imersão em água foram inferiores aos observados por Lima et al. (2006) que estudaram painéis produzidos com fibras de babaçu (*Orbignya spp*) em porcentagens de 0%, 10%, 20% e 30% e *Pinus elliottii* em proporções de 100%, 90% 80% e 70% e adesivo uréia-formaldeído, onde os valores médios variaram entre 32,10% e 49,70% e 37,86% e 57,59% para inchamento em espessura após 2 h e 24 h de imersão em água, respectivamente.

O mesmo foi observado por Calegari et al. (2004) para inchamento em espessura após 24 horas de imersão em água, ao estudarem painéis aglomerados de média densidade, produzidos com madeira de *Pinus elliottii* em diferentes proporções (0%, 20%, 40%, 60% e 100%) de aparas de papel reciclado (papel jornal e offset) e 10% de adesivo à base de tanino-formaldeído, onde os valores médios variaram entre 15,6% e 38,6%.

A norma CS 236-66 (Commercial Standard, 1968) exige para comercialização de painéis valores de inchamento em espessura, após 24 horas de imersão em água, de no máximo 30% (painéis de baixa densidade e produzidos com uréia formaldeído). Neste caso, a proporção máxima de vagem de soja no painel aglomerado para atendimento das exigências da referida norma seria de, no máximo 78%.

4.3. Propriedades Mecânicas dos Painéis Aglomerados

Na Figura 8 são apresentados os valores médios de tração perpendicular (TP) dos painéis aglomerados.

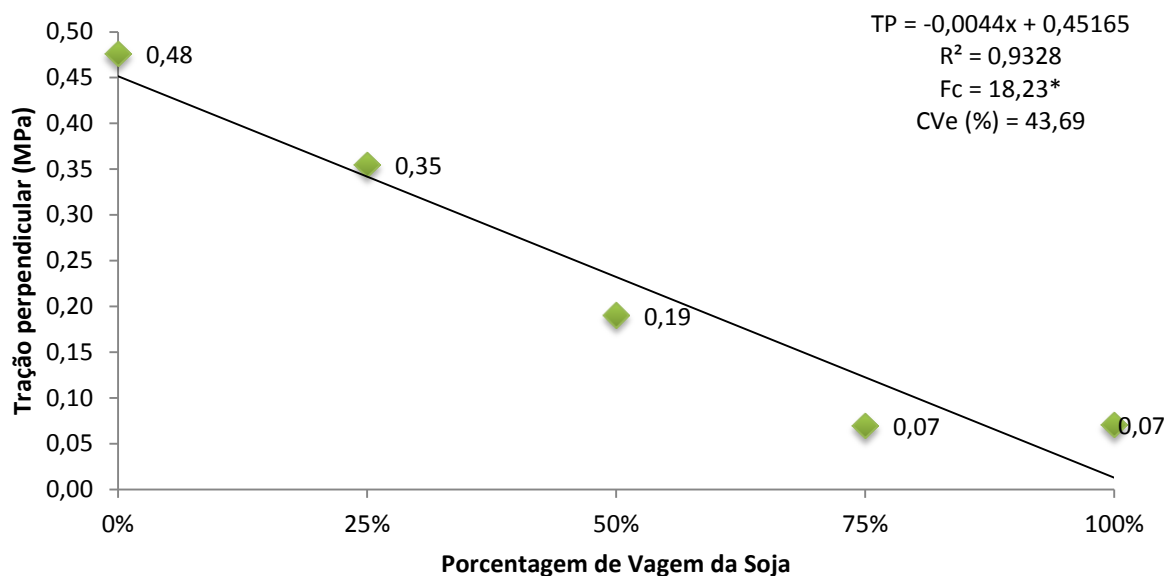


Figura 8. Tração perpendicular para os painéis aglomerados.

CVe (%) – Coeficiente de variação experimental; * - Significativo a 5% de probabilidade pela reressão.

Percebe-se no comportamento da tração perpendicular (TP), nos painéis produzidos com diferentes proporções de vagem da soja, que o aumento em 1% da proporção de resíduo no painel promove decréscimo da referida propriedade mecânica em 0,004 MPa.

A tração perpendicular é uma propriedade que avalia a relação de colagem entre as partículas. Neste sentido, o comportamento visualizado na Figura 8 pode ser explicado pelo aumento do teor de extrativos nos painéis, com o aumento da proporção da vagem de soja no mesmo.

Melo et al. (2009), ao avaliar as propriedades físico-mecânicas de painéis aglomerados de média densidade produzidos com diferentes proporções de madeira (*Eucalyptus grandis*) e casca de arroz (0%, 20%, 40%, 60%, 80% e 100%) e adesivo uréia-formaldeído observaram valores inferiores ao deste estudo para a propriedade mecânica tração perpendicular, no qual os valores encontrados variaram de 0,039 MPa a 0,20 MPa.

A norma de comercialização CS 236-66 estabelece valor mínimo de 0,14 MPa para tração perpendicular nos painéis de baixa densidade e produzidos com adesivo ureia formaldeído. Neste sentido, igualando-se o valor de norma a equação observada na regressão linear, nota-se que a proporção máxima de vagem de soja no painel para atendimento das exigências normativas é de 70,8% de resíduo de soja.

O comportamento do módulo de elasticidade (MOE) nos painéis produzidos com diferentes proporções de vagem de soja pode ser visualizado na Figura 9, o que percebe-se que o aumento em 1% da proporção de resíduo no painel promove decréscimo da referida propriedade mecânica em 8,5876 MPa.

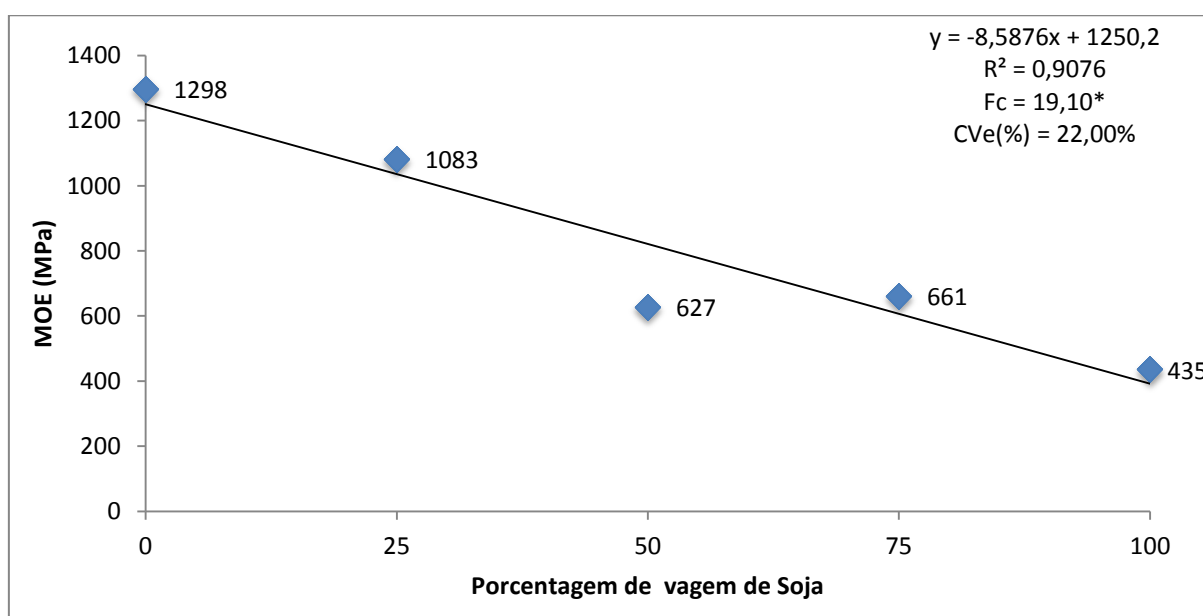


Figura 9. Módulo de elasticidade em flexão estática para os painéis aglomerados.

CVe (%) – Coeficiente de variação experimental; * - Significativo a 5% de probabilidade pela Regressão.

Os valores médios para MOE neste estudo foram semelhantes aos observados por Mendes et al. (2010), ao estudarem o efeito da incorporação de casca de café nas proporções 25%, 50% e 75% nas propriedades físico-mecânicas de painéis aglomerados de *Eucalyptus urophylla*, onde observaram relação decrescente nesta propriedade com o aumento do resíduo na produção do painel aglomerado.

Foram semelhantes também aos observados por Battistelle et al. (2008) ao estudarem as propriedades físicas e mecânicas dos painéis produzidos com bagaço

de cana em proporções de 100%, 75%, 50%, 25% e 0% em combinação com partículas de folhas caulinares de bambu em diferentes proporções de 0%, 25%, 50%, 75% e 100%, onde os valores médios para os painéis de baixa densidade variaram entre 998 MPa e 1166 MPa.

A norma de comercialização CS 236-66 estabelece como valor mínimo para painéis de baixa densidade e adesivo ureia formaldeído o valor de 1052 MPa para MOE. Quando se iguala o valor normatizado na regressão linear gerada para essa propriedade, observa-se que o ponto limite da proporção de vagem de soja no painel, para atendimento as exigências normativa referida, é de 23%.

Na Figura 10 pode-se observar o comportamento do módulo de ruptura (MOR) para os painéis aglomerados produzidos com diferentes proporções de resíduos de soja. A regressão linear decrescente foi a que melhor representou a relação entre porcentagem de vagem de soja e a referida propriedade mecânica, sendo que com o aumento de 1% de resíduo, levou um decréscimo de MOR na ordem de 0,0493 MPa, fato que justificaria o comportamento de diminuição de valor de MOR a medida que se aumenta inserção de vagem de soja estar ligada, provavelmente, à razão de compactação.

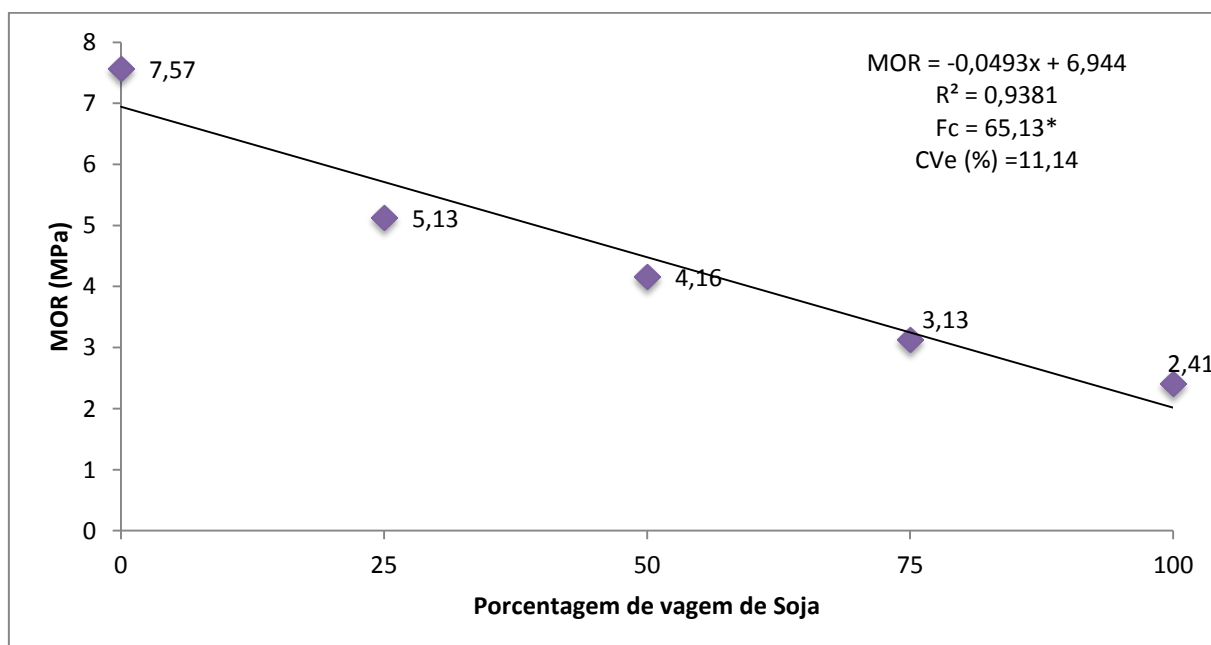


Figura 10. Módulo de ruptura em flexão estática para os painéis aglomerados.

CVe (%) – Coeficiente de variação experimental; * - Significativo a 5% de probabilidade pela Regressão.

Moslemi (1974) e Maloney (1993) ressaltaram que maiores razões de compactação podem levar a elevação da área superficial específica das partículas.

Nessas condições, a aplicação do mesmo conteúdo de adesivo diminui a sua disponibilidade por unidade de área superficial das partículas, podendo resultar em painéis com menores valores nas propriedades mecânicas.

Caraschi et al. (2009), estudando a viabilidade de painéis aglomerados de baixa densidade produzidos com diferentes proporções de resíduos de embalagens cartonadas (40%,50% e 60%) e resíduos lignocelulósicos de casca de amendoim (40%,50% e 60%) e/ou casca de arroz (40%,50% e 60%), observaram valores médios de MOR que variaram de 0,10 MPa a 1,0 MPa, sendo portanto aos valores inferiores aos encontrados neste estudo para outros materiais.

Gatani et al. (2013) observaram valores semelhantes de MOR, comparado a este estudo, ao verificar a viabilidade técnica de painéis aglomerados de média densidade produzidos com casca de amendoim, adesivo uréia formaldeído a 12% e catalisador para moldagem quente na proporção de 5% e ainda, os valores médios encontrados pelo autor para MOR foi de 4,37 MPa em painéis de casca de amendoim e sem tratamento preservativo. Foram ainda semelhantes aos valores de MOR encontrados por Scatolino et al. (2013), ao estudar painéis aglomerados de pinus e sabugo de milho em diferentes proporções (0%, 25%, 50%, 75% e 100%), adesivo uréia formaldeído a 8% e 1% de parafina.

De acordo com a norma de comercialização CS 236-66, os painéis aglomerados produzidos com adesivo ureia formaldeído e de baixa densidade, devem apresentar, no mínimo, a resistência a flexão estática de 5,6 MPa. Neste sentido, igualando-se a equação estimativa de MOR com o valor de exigência de norma, verifica-se o atendimento a mesma até a inserção máxima de vagem de soja de 27,26 %.

5. CONCLUSÕES

De acordo com os resultados obtidos, pode-se concluir que:

- ✓ O efeito da proporção de resíduo de soja com partículas de eucalipto nos painéis promoveu aumento nos valores de absorção de água e inchamento em espessura, sendo que o limite máximo de inserção deste material para atendimento da norma CS (1968) é de 78% para as propriedades físicas.

- ✓ A proporção de vagem de soja no painel fez com que as propriedades mecânicas decrescessem, sendo que para atendimento a norma CS (1968) a quantidade máxima de resíduo aceitável tecnicamente no painel foi de 23%.

6. REFERÊNCIAS

- ABIPA- **Associação Brasileira da Indústria de Painéis de Madeira**. 2012. Disponível em: < <http://www.abipa.org.br/>> Acesso em: 08 jun. 2014.
- ABNT – ASSOCIAÇÃO BRASILEIRA DE NORMAS TÉCNICAS. **NBR 119441**: Madeira – Determinação da densidade básica. Rio de Janeiro, 2003. 6p.
- ABNT - ASSOCIAÇÃO BRASILEIRA DE NORMAS TÉCNICAS. Conjunto de Normas sobre resíduos. **NBR 10004, NBR 10005, NBR 10006, NBR 10007**. Resíduos Sólidos. Classificação. Procedimentos. Amostragem. Rio de Janeiro: 2004.
- ABNT - ASSOCIAÇÃO BRASILEIRA DE NORMAS TÉCNICAS. **NBR 14810-3**: Chapas de madeira aglomerada - métodos de ensaio. São Paulo, 2006.
- ALBIN, R. A. Determinacion del pH en diversas especies de los renovales de la provincial de Valdivia. **Bosque**, v. 1, n. 1, p. 3-5, 1975.
- ALBUQUERQUE, C. E. C. Interações de variáveis no ciclo de prensagem de aglomerados. 150 f. Tese (Doutorado em Ciências Florestais)– Universidade Federal do Paraná, Curitiba, 2002.
- ALEMDAR, A; SAIN, M.; Insolation and characterization of nanofibers from agricultural residues – wheat straw and soy hulls. **Bioresource Technology** 99. 2008.
- BEHR, E. A.; WITTRUP, B. A. Decay and termite resistance of two species particle boards. **Holzforschung**, Berlin, v. 23, n. 5, p. 166-170, 1969.
- BERNARDO, C. **Madeira aglomerada**: Conceito e utilização – SAGRA, 1988,118p.
- BNDES. Technical Report. Wood panels in the Brazil: overview and perspectives. Rio de Janeiro. p. 121-156, 2008.
- BRAND, M. A.; MUNIZ,G. I. B.; SILVA, D. A.; KLOCK, U. Caracterização do rendimento e quantificação dos resíduos gerados em serraria através do balanço de materiais. **Floresta**, Curitiba, v. 32, n. 2, p. 247-259, 2004.
- BUFALINO, L.; ABINO, V. C. S.; SÁ, V. A.; CORREA, A. A. R.; MENDES, L. M.; ALMEIDA, N. A. Particleboards made from Australian red cedar: processing variables and evaluation of mixed species. **Journal of Tropical Forest Science**, Kuala Lumpur, v. 24, n. 2, p. 162-172, 2012.
- CABRAL, C. P.; VITAL, B. R.; DELLA LUCIA, R. M.; PIMENTA, A. S. Propriedade de chapas de aglomerado confeccionados com mistura de partículas de *Eucalyptus spp* e *Pinus elliotti*. **Revista Árvore**, Viçosa, v. 31, n. 5, p. 100-107, set./out. 2007.
- CALEGARI, L. et al. Adição de aparas de papel reciclável na fabricação de chapas de madeira aglomerada. **Ciência Florestal**, Santa Maria, v. 14, n. 1, p. 193-204, jan./mar. 2004.

CARASCHI, J. C.; LEÃO, A. L.; CHAMMA, P. V. C. Avaliação de Painéis Produzidos a partir de Resíduos Sólidos para Aplicação na Arquitetura. **Polímeros: Ciência e Tecnologia**, vol. 19, nº 1, p. 47-53, 2009.

CRAIGHEAD, P. W. Waxes and water-soak test for Wood panels. Proceedings, In: International Particleboard Composite Materials Symposium, 25th Washington State University, **Proceedings**, 1991. p. 181-204.

COLLI, A.; VITAL B.R., CARNEIRO, A. C. O.; SILVA, J. C. CARVALHO, A. M. L.; LUCIA, R. M. D. Propriedades de chapas fabricadas com partículas de madeira de paricá (*schyzolobium amazonicum* huber ex. Ducke) e fibras de coco (*Cocos nucifera* L.) **Revista Árvore**, Viçosa-MG, v.34, n.2, 2010.

COMPANHIA NACIONAL DE ABASTECIMENTO – CONAB. 11º Levantamento de safra 2014/2015, V. 2, agosto de 2015. Disponível em: http://www.conab.gov.br/OlalaCMS/uploads/arquivos/15_08_11_08_55_08_boletim_graos_agosto_2015.pdf Acesso em: 08 ago. 2015.

DACOSTA, L. P. E.; HASELEIN, C. R.; SANTINI, E. J.; SCHNEIDER, P. R.; CALEGARI, L. Qualidade das chapas de partículas aglomeradas fabricadas com resíduos do processamento mecânico da madeira de *Pinus elliottii* (Engelm.). **Ciência Florestal**, Santa Maria, v. 15, n. 3, p. 311-312, 2005.

Present Status of Biomass Use in Brazil – Background Paper, CENBIO – International Seminar USP - Petrobrás on Biomass for Energy Production, 2001

EVANS, P. D. et al. Natural durability and physical properties of particleboard composed of white cypress pine and radiata pine. **Forest Products Journal**, Madison, v. 6, p. 87-94, June 1997.

FARAGE, R. M. P. Aproveitamento de resíduos lignocelulósicos gerados no Polo Moveleiro de Ubá para fins energéticos. Universidade Federal de Ouro Preto, Ouro Preto - MG, 2009. (Dissertação Mestrado)

FLAUZINO NETO, W. P., Extração e Caracterização de nanocristais de celulose a partir da casca da soja, e sua aplicação como agente de reforço em nano compósitos poliméricos utilizando carboximetilcelulose como matriz. Universidade Federal de Uberlândia-UFU. Uberlândia-MG, 2011. (Dissertação Mestrado)

FLAUZINO NETO, W. P.; SILVÉRIO, H. A.; DANTAS, N. O.; PASQUINI, D. Extration and characterization of cellulose nanocrystals from agro-industrial residue – soy hulls. **Industrial Crops and Products**. 42, 2013.

FREIRE, C. S.; SILVA, D. W.; SCATOLINO, M. V. CÉSAR, A. A. S.; BUFALINO, L.; MENDES, L.M. Propriedades Físicas de Painéis Aglomerados Comerciais Confeccionados com Bagaço de Cana e Madeira. **Revista Floresta e Ambiente**, abr./jun.; 18(2):178-185, 2011.

GATANI, M.P.; FIORELLI, J.; MEDINA, J.C.; ARGUELLO, R.; RUIZ, A.; NASCIMENTO, M. F.; SAVASTANO Jr, H. Viabilidade técnica de produção e propriedades de painéis de partículas de casca de amendoim. **Revista Matéria**, V. 18, N. 2, 2013.

GERARDI, V.; MINELLI, F.; VIGGIANO, D. Steam treated rice industry residues as an alternative feedstock for the wood based particleboard industry in Italy. **Biomass and Bioenergy**, London, v. 14, n. 3, p. 295-299, May/June 1998.

GUIMARÃES, B. M. R. G. Aproveitamento do pseudocaule da banana na produção de painéis aglomerados. 2009. 38 p. Monografia (Graduação em Engenharia Florestal) - Universidade Federal de Lavras, Lavras, 2009.

HEEBINK, B. G. Wax in particleboards. In: Symposium on Particleboard, 1st Proceedings, Washington State University, p. 251-268, 1967.

HILLIG, E. Qualidade de chapas aglomeradas estruturais, fabricadas com madeiras de Pinus, Eucalipto e Acácia negra, puras ou misturadas, coladas com tanino-formaldeído. 2000. 96 p. Dissertação (Mestrado em Engenharia Florestal) – Universidade Federal de Santa Maria, Santa Maria, 2000.

HRÁZSKÝ, J.; KRÁL, P. The influence of particle composition in a three-layer particleboard on its physical and mechanical properties. **Journal of Forest Science**, v.49, n.2, p.83-93, 2003.

HSU, W. E. Wood quality requirements for panel products. In: INTERNATIONAL WOOD QUALITY WORKSHOP, 1., Oregon, 1997. Resumos. Oregon: CTIA/IUFRO, 1997.

INDÚSTRIA BRASILEIRA DE ÁRVORES – IBÁ, 2014. Disponível em: < http://www.iba.org/images/shared/iba_2014_pt.pdf>. Acesso em: 01 jul. 2015.

INDÚSTRIA BRASILEIRA DE ÁRVORES – IBÁ, 2015. Disponível em: < http://www.iba.org/images/shared/iba_2015.pdf >. Acesso em: 02 ju. 2015.

INSTITUTO BRASILEIRO DE GEOGRAFIA E ESTATÍSTICA - IBGE. **Produção Agrícola Municipal, Culturas Temporárias e Permanentes**. V 37, 2010.

INSTITUTO DE PESQUISA ECONÔMICA APLICADA – IPEA. **Diagnóstico dos Resíduos Orgânicos do Setor Agrossilvopastoril e Agroindústrias Associadas Relatório de Pesquisa**. Brasília, 2012. Disponível em: < http://www.ipea.gov.br/agencia/images/stories/PDFs/relatoriopesquisa/120917_relatorio_residuos_organicos.pdf>. Acesso em: 29 jun. 2015.

IPHARRAGUERRE, I.R.; CLARK, J.H.,. Soy hulls as an alternative feed for lactating dairy cows: a review. **J. Dairy Sci**. 86, 1052–1073, 2003.

INSTITUTO DE PESQUISAS TECNOLÓGICAS DO ESTADO DE SÃO PAULO – IPT **Fichas de Características das Madeiras Brasileiras**. 2a ed. São Paulo: IPT, 1989a. 418p.

IWAKIRI, S. A influência das variáveis de processamento sobre propriedades das chapas de partículas de diferentes espécies de Pinus. 130 f. Tese (Doutorado em Ciências Florestais) – Universidade Federal do Paraná, Curitiba, 1989.

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

IWAKIRI, S. **Painéis de madeira**. Curitiba: FUPEF, 2005. 247 p.

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

IWAKIRI, S.; SILVA, J.R.M.; MATOSKI, S.L.S.; LEONHARDT, G.; CARON, J.; Produção de chapas de Madeira aglomerada de cinco espécies de *Pinus* tropicais. **Floresta e ambiente**, Seropédica, v.8, n.1, p.137-142, 2001.

JAGGER, R. W. The new pallmann ring refiner, type PF, for green sawdust, shavings, and other such materials. In: International Particleboard Composite materials Symposium, 26th Proceedings, Washington State University, 1992. p. 94-105.

KARTAL, S. N.; GREEN III, F. Decay and termite resistance of medium density fiberboard (MDF) made from different wood species. **International Biodeterioration e Biodegradation**, Birmingham, v. 51, n. 1, 2003.

KELLY, M.W. 1977. Critical literature review of relationships between processing parameters and physical properties of particleboard. USDA Forest Service General Technology Report Forest Products Laboratory, Madison, USA. 66pp.

LARA PALMA, H. A. **Painéis de madeira**. Botucatu: UNESP, Faculdade de Ciências Agrônômicas, 2009. 40 f.

LEÃO, A. L. Viabilidade técnica da produção de compósitos não-estruturais à base de lignocelulósicos. 1997. 144 f. Tese (Livre-docência)-Faculdade de Ciências Agrônômicas, Universidade Estadual Paulista, Botucatu, 1997.

LIMA, A. M.; VIDAURRE, G. P.; LIMA, R. M. BRITO, E. O. Utilização de fibras (epicarpo) de babaçu como matéria-prima alternativa na produção de chapas de madeira aglomerada. **Revista Árvore**, Viçosa-MG, v.30, n.4, p.645-650, 2006.

LIMA, E. G.; SILVA, D. A. Resíduos gerados em indústrias de móveis de madeira situadas no pólo moveleiro de Arapongas – PR. **Floresta**, Curitiba, v. 35, n. 1, 2005.

LIU, B. Y. et al. Analysis of lignin content in waste liquor of rice straw pulp by ultraviolet spectrophotometer. **China Pulp & Paper**, Beijing, v. 22, n. 6, p. 19-22, 2003.

LORA, E. E. S.; AYARZA, J. A. C. Gaseificação. CORTEZ, L. A. B. (Org). In: **Biomassa Para Energia**. Campinas-SP: Editora Unicamp, 2008. p. 241-327.

MALONEY, T. M. Modern particleboard & dry-process fiberboard manufacturing. San Francisco: **Miller Freeman**, 1989. 672 p.

MALONEY, T. M. Modern particleboard and dry-process fiberboard manufacturing. 2. Ed. São Francisco: **Miller Freeman**, 1993. 689 p.

MARRA, A. A. **Technology of wood bonding**. New York: Van Nostrand Reinhold, 1992. 453 p.

MATOS, J. L. M. Ciclo da prensa em chapas de partículas estruturais Waferboards. 164 f. Dissertação (Mestrado em Ciências Florestais) – Universidade Federal do Paraná, Curitiba, 1988.

MATOS, A. T. Curso sobre tratamento de resíduos agroindustriais. [s.l.]:[s.n.], 2005. Disponível em: <http://www.ebah.com.br/content/ABAAAAYNoAL/tratamento-residuos-agroindustriais>. Acesso em: 01 jul. 2005.

MATTOS, R. L. G., GONÇALVES, R. M., CHAGAS, F. B. Painéis de madeira no Brasil: panorama e perspectivas. **BNDES Setorial**, n. 27, p. 121-156, Rio de Janeiro, mar. 2008.

MELO, R. R.; DEL MENEZZI, C. H. S. Influência da Massa Específica nas Propriedades Físico-Mecânicas de Painéis Aglomerados. In: **Revista Silva Lusitana**, v.18, n.1. Lisboa, jun. 2010.

MELO, R. R. Propriedades físico-mecânicas e resistência a biodeterioradores de chapas aglomeradas constituídas por diferentes proporções de madeira e casca de arroz. 2009, 77 f. Dissertação (Mestrado em Engenharia Florestal)- Universidade Federal de Santa Maria, Santa Maria, 2009.

MELO, R. R.; SANTINI, E. J.; HASELEIN, C. R.; GARLET, A.; PAES, J. B.; STANGERLIN, D. M. Resistência de painéis aglomerados produzidos com diferentes proporções de madeira e casca de arroz a fungos xilófagos. **Ciência Florestal**, v. 20, N.3, 2010.

MENDES, L. M.; ALBUQUERQUE, C. E. C. Aspectos técnicos e econômicos da indústria brasileira de chapas de fibras e partículas. **Revista da Madeira**, São Paulo, SP, n. 53, p. 14-22, 2000.

MENDES, L. M.; ALBUQUERQUE, C. E. C.; IWAKIRI, S. A indústria brasileira de painéis de madeira. **Revista da Madeira**, v. 1, n. 71, p. 12-12, 2003.

MENDES, L.M.; IWAKIR, S.; MORI, F. A.; GUIMARÃES JUNIOR, J. B.; MENDES, R. F. *Eucalyptus urophylla* stands wood utilization at two different ages for production of particleboard panels. **Cerne**, Lavras, v. 15, n. 3, p. 288-294, 2009.

MENDES, R.F. Utilização do bagaço de cana de alambique na produção de painéis aglomerados. 2008. 104p. Monografia (Graduação em Engenharia Florestal) – Universidade Federal de Lavras, Lavras, 2008a.

MENDES, R. F.; BALEEIRO, N. S.; MENDES, L. M.; SCATOLINO, M. V.; OLIVEIRA, S. L.; PROTASIO, T. P. Propriedades físico-mecânicas de painéis aglomerados produzidos com a madeira de *Eucalyptus grandis* em diferentes posições radiais. **Scientia Forestalis**, v.41, n.99, 2013.

MOSLEMI, A.A. **Particleboard vol. 1: Materials**. Southern Illinois. University Press, London. 244pp. 1974.

NOCE R.; SILVA M. L.; SOUZA A. L.; SILVA O. M.; MENDES L. M., CARVALHO R. M. M. A. Competitividade do Brasil no mercado internacional de aglomerado. **Revista Árvore** 2008; 32(1):113-118.

NOGUEIRA, L. U. H.; SILVA LORA, E. E. e TROSSERO, M. A. **Dendroenergia: fundamentos e aplicações**. Brasília: ANEEL, 2000, pp. 31-54.

OKINO E. Y. A.; ANDAHUR J. P. V.; SANTANA M. A. E.; SOUZA M. R. Resistência físico-mecânica de chapas aglomeradas de bagaço de cana-de-açúcar modificado quimicamente. **Scientia Forestalis** 1997; 52:35-42.

OKINO, E. Y. A. Biodegradação de chapas de partículas orientadas de pinus, eucalipto e cipreste expostas a quatro fungos apodrecedores. **Scientia Forestalis**, Piracicaba, n. 74, p. 67-74, jun. 2007.

OLIVEIRA, J. T. S; FREITAS, A. R. Painéis a base de madeira. Boletim Técnico, EPUSP, 1995.

PAULESKI, D.T. et al. Características de compósitos laminados manufaturados com polietileno de alta densidade (PEAD) e diferentes proporções de casca de arroz e partículas de madeira. **Ciência Florestal**, Santa Maria, v. 17, n. 2, p. 157-170, abr./jun. 2007.

PEDRAZZI, C. et al. Qualidade de chapas de partículas de madeira aglomerada fabricadas com resíduos de uma indústria de celulose. **Ciência Florestal**, Santa Maria, v. 16, n. 2, p. 201-212, abr./ jun. 2006.

PEDRESCHI, R. Aproveitamento do bagaço da cana da indústria sucroalcooleira na produção de painéis aglomerados. Universidade Federal de Lavras – UFLA, Lavras-MG, 2009 (Tese Doutorado)

PUPPO, H. F. F. Painéis alternativos produzidos a partir de resíduos termoplásticos e da pupunheira (*Bactris gasipaes* Kunth). Universidade Estadual Paulista – Botucatu, São Paulo, 2012 (Dissertação).

PURKAIT, B. S. ; RAY, D.; SENGUPTA, S.; KAR, T.; MOHANTY, A.; MISRA, M. Insolation of Cellulose Nanoparticles from Sesame Husk. **Industrial Engineering Chemistry Research**. 2011.

ROWELL, R. M.; HAN, J. S.; ROWELL, J. S. Characterization and factors affecting fiber properties. In: FROLLINI, E.; LEÃO, A. L.; MATTOSO, L. H. C. (Ed.) Natural polymers and agrofibers based composites. São Carlos: **Embrapa Instrumentação Agropecuária**, p.115-134, 2000.

SANTOS, G. J.; BATTISTELE, R. A. G.; VARUM, H. S. A. O bagaço da cana-de-açúcar em combinação com folhas caulinares de bambu para seu emprego em chapas de partículas. Universidade Estadual Paulista, Bauru, 2010.

SCATOLINO, M.V.; SILVA, D.W.; MENDES, R. F.; MENDES, L.M. Uso do sabugo de milho na produção de painéis aglomerados. **Ciência e Agrotecnologia** 2013, vol.37, n.4, pp. 330-337. ISSN 1413-7054.

SHI, J.L., et al. Mold resistance of medium density fiberboard panels made from black spruce, hybrid poplar and a mixture of S–P–F chips. **Holz als Roh-und Werkstoff**, München, v. 64, n. 3, 2006.

SILVA, J. C. A madeira como matéria-prima para a indústria moveleira. Universidade Federal de Viçosa, In: apostila. 56p. 2006.

SORATTO, D. N.; CUNHA, A. B.; VITAL, B. R.; CARNEIRO, A. C. O; COSTA, F. R. Efeitos da adição de cavaco com casca na qualidade de painéis mdp produzidos com *Eucalyptus* sp. **Ciência da Madeira**, Pelotas, v. 04, n. 01, p. 46-59, 2013.

TEIXEIRA, E. M.; PASQUINI, D.; CURVELO, A. A. S. CORADINI, E.; BELGACEM, M. N., DUFRESNE, A. Cassava bagasse cellulose nanofibrils reinforced thermoplastic cassava starch. **Carbohydrate Polymers**, 2009.

TEODORO, A. S. Utilização de adesivos à base de taninos na produção de painéis de madeira aglomerada e OSB. 91 f. Dissertação (Mestrado em Ciências Ambientais e Florestais) – Universidade Federal Rural do Rio de Janeiro, Seropédica, 2008.

TRIANOSKI, R. Avaliação do potencial de espécies florestais alternativas de rápido crescimento para produção de painéis de madeira aglomerada. 2010. 260p. Dissertação (Mestrado em Engenharia Florestal) - Universidade Federal do Paraná, Curitiba, 2010.

TRIANOSKI, R., IWAKIRI, S., MATOS, J. L. M. E CHIES, D. Utilização da madeira de *Cryptomeria japonica* para produção de painéis aglomerados. **Revista Scientia Forestalis**, Piracicaba, v. 41, n. 97, p. 057-064, mar. 2013

VITAL, B.R., LEHMANN, W.F. Y BOONE, R.S. How species and board densities affect properties of exotic hardwood particleboards. **Forest Products Journal**, Madison, v.24, n.12, p.37-45, 1974.

YALINKILIC, M. K. et al. Biological, physical and mechanical properties of particleboard manufactured from waste tea leaves. **International Biodeterioration e Biodegradation**, v. 41, n. 1, p. 75-84, Jan. 1998.

YASAR, S. et al. The correlation of chemical characteristics and UFResinrations to physical and mechanical properties of particleboard manufactured from vine prunings. **Scientific Research and Essays**, Victoria, v. 5, n.8, 2010.

YOUNGQUIST, J. A.; ENGLISH, B. E.; SCHARMER, R. C.; CHOW, P. SHOOK, S. R. Literature review on use of nonwood plant fibers for building materials and panels. **Madson: Departament of Agriculture**, 1994

WATAI, L. T. Painéis derivados de madeira. São Paulo, Boletim ABPM, nº 52, 1987.