



III CBCTEM

Congresso Brasileiro de Ciência
e Tecnologia da Madeira
Florianópolis - 2017

CARACTERIZAÇÃO DE RESÍDUOS AGROINDUSTRIAIS PARA PRODUÇÃO DE PAINÉIS AGLOMERADOS

Rhagnya Sharon Ferreira MARTINS¹

Izabella Luzia Silva CHAVES¹

Amanda Mota NUNES¹

João Paulo Maia¹

Michelângelo Vargas FASSARELLA¹

Fabrizio Gomes GONÇALVES¹

Pedro Gutemberg de Alcântara Segundinho¹

Roberto Carlos Lelis²

¹ Centro de Ciências Agrárias e Engenharias / Universidade Federal do Espírito Santo

² Departamento de Produtos Florestais / Universidade Federal Rural do Rio de Janeiro



III CBCTEM
Congresso Brasileiro de Ciência
e Tecnologia da Madeira
Florianópolis - 2017

CARACTERIZAÇÃO DE RESÍDUOS AGROINDUSTRIAIS PARA PRODUÇÃO DE PAINÉIS AGLOMERADOS

Resumo: A crescente expansão agrícola brasileira tem contribuído significativamente para a economia do país e, simultaneamente, para a geração e acúmulo de resíduos agrícolas se não reutilizados de forma devida. Sob essa problemática, a caracterização dos resíduos, caule de mamoeiro, carpelo de noz macadâmia e pergaminho de café, provenientes de cultivos de importância para o estado do Espírito Santo, para a produção de painéis aglomerados, vem como alternativa para a utilização destes como matéria-prima em outros ramos industriais. Assim, foram analisadas as características físicas e químicas, densidade a granel, pH, capacidade tampão, teores de extrativos totais, lignina e cinzas dos resíduos agrícolas supracitados. Estes foram previamente secos ao ar e reduzidos em moinho de martelo a partículas classificadas em peneiras de malha 4,0 mm para avaliação da densidade a granel e, aquelas retidas na malha de 2,0 mm para caracterização química. As médias de densidade a granel dos resíduos assumiram valores de 0,189, 0,299 e 0,346 g cm⁻³ para caule de mamoeiro, carpelo de noz macadâmia e pergaminho de café, respectivamente. As maiores médias de teores de extrativos e de cinzas foram observadas para o resíduo de caule de mamoeiro, e de lignina para o resíduo carpelo de noz macadâmia. Os baixos valores de densidade potencializam o uso dos resíduos em possíveis combinações com partículas de madeira de maiores densidades objetivando o aumento da razão de compactação em painéis aglomerados e, sob o ponto de vista da caracterização química, o resíduo com melhores propriedades, favorecendo, principalmente a qualidade de adesão das partículas, foi o pergaminho de café.

Palavras-chave: Resíduo lignocelulósico, Aglomerado, Sustentabilidade.

CHARACTERIZATION OF AGRO-INDUSTRIAL WASTE FOR THE PRODUCTION OF AGGLOMERATED PANELS

Abstract: The growing Brazilian agricultural expansion has contributed significantly to the country's economy and simultaneously to the generation and accumulation of agricultural waste if not properly reused. Under this problem, the characterization of the residues, papaya stalk, carpel of macadamia nut and coffee husk, from crops of importance to the Espírito Santo state, for the production of particleboards, comes as an alternative to the use of these as raw materials, in other industrial sectors. Thus, the physical and chemical characteristics, bulk density, pH, buffer capacity, percentage of extractive, lignin and ash of the agricultural residues. These were previously air-dried and hammer-mill reduced to particles classified in 4.0 mm mesh sieves for bulk density evaluation and those retained in the 2.0 mm mesh for chemical characterization. The bulk density averages of the residues resulted in the values of 0.189, 0.299 and 0.346 g cm⁻³ for papaya stem, carpel of macadamia nut and coffee parchment, respectively. The highest averages of percentual of extractive and ash were observed for the residue of papaya stalk and lignin for the carpel macadamia nuts. The low density values potentiate the use of the residues in combination with wood particles of higher densities, aiming at increasing the compaction ratio of the particleboards and. The point of view of the chemical characterization, the residue with better properties, favoring mainly the adhesion quality of the particles, was the husk coffee.

Keywords: Lignocellulosic Waste, Particleboard, Sustainability

REALIZAÇÃO



APOIO



ORGANIZAÇÃO





III CBCTEM

Congresso Brasileiro de Ciência
e Tecnologia da Madeira
Florianópolis - 2017

1. INTRODUÇÃO

O Brasil possui terras que propiciam a prática da agricultura, grande extensão territorial associada ao clima favorável e oferta abundante de sol e água. Esses fatores contribuem para que o país seja um dos maiores produtores agrícolas mundiais (Organização de Cooperação e de Desenvolvimento Econômico – OCDE / Food and Agriculture Organization of United Nations – FAO (FAO, 2015). A agricultura é um setor da economia importante para o crescimento econômico do Brasil, já que gera uma receita de valor significativo.

No período entre 1996 e 2006, as colheitas aumentaram seu valor em mais de quatro vezes, passando de R\$ 23 bilhões para R\$ 108 bilhões. Já no ano de 2011, o agronegócio respondeu por mais de 38% das exportações brasileiras e por R\$ 131,75 bilhões do superávit comercial, colocando o Brasil como quinto maior produtor agrícola do mundo, com produção somando cerca de R\$ 170 bilhões, de acordo com dados do Banco Internacional para Reconstrução e Desenvolvimento – BIRD (ICONE, 2013).

Simultaneamente à importante contribuição econômica, a expansão agrícola, por sua vez, contribuiu para o aumento da geração de resíduos no Brasil, os quais, ao se acumularem de forma desordenada, segundo dados do Instituto de Pesquisa Econômica Aplicada – IPEA, acabam por causar problemas ambientais (IPEA, 2012). E, como forma de reutilização desses resíduos, há a alternativa de reaproveitamento desses como matéria-prima para energia e produção de painéis. Uma vantagem no aproveitamento desses materiais na produção de painéis aglomerados é que, combinados aos resíduos madeiros, contribuem para o aproveitamento destes, que semelhantemente, quando não reutilizados, causam prejuízos ambientais como perda da biodiversidade, degradação do solo, alterações no clima e do ciclo hidrológico.

Dentre os diferentes tipos de resíduos agrícolas destacam-se, caule de mamoeiro, carpelo de noz macadâmia e pergaminho de café; materiais provenientes de culturas de importância econômica para o estado do Espírito Santo e que, pouco tem seus resíduos reutilizados em outros setores comerciais.

A plantação mundial de mamão representa 10% de toda produção mundial de frutas tropicais, girando em torno de 8 milhões de toneladas, estando o Brasil dentre os principais produtores (FAO, 2012). No Brasil, o maior exportador da fruta é o Espírito Santo que (Associação Brasileira dos Produtores e Exportadores de Papaya - BRAPEX, 2015). Ainda não há estudos para o reaproveitamento do caule do mamoeiro na fabricação de painéis de partículas.

Comentado [1]: Aqui está faltando algo!!! Veja aí!!!!

Em 2013, segundo dados da Associação Brasileira de Noz Macadâmia (ABM, 2013), o Brasil possuía 6.500 hectares plantados com macadâmia, divididos entre os estados de São Paulo (46%), Espírito Santo (15%), Minas Gerais (13%), Bahia (8%), Rio de Janeiro (8%) e algumas regiões do norte Mato Grosso (8%) e Paraná (2%). Como segundo maior produtor brasileiro da espécie, o Espírito Santo exporta quase 98% de sua produção para países como Estados Unidos e China. No município de São Mateus, são aproximadamente 500 hectares de área plantada, sendo comercializada cerca de 800 toneladas por ano (GLOBO RURAL, 2011). Para a produção de uma tonelada de noz macadâmia, são gerados aproximadamente 70% de resíduos de casca ou carpelo, que geralmente são usados em jardins e na produção de mudas, e também na geração de energia (PENONI et al., 2011).

O Espírito Santo é o principal produtor de café canéfora (*Coffea canephora*), de clima quente e úmido, com participação de 69,5% do total. No ano de 2014, o estado do Espírito Santo registrou uma safra recorde de 596,2 mil toneladas (IBGE, 2015), sendo o rendimento

REALIZAÇÃO



APOIO



ORGANIZAÇÃO





III CBCTEM

Congresso Brasileiro de Ciência
e Tecnologia da Madeira
Florianópolis - 2017

do beneficiamento do café dependente da variedade. De acordo com Sfredo (2006), do beneficiamento da variedade acaia, obtém-se uma quantidade de casca de aproximadamente 60% em massa, da variedade mundo novo, 53,4% e da variedade catuaí, 48,5%, sendo estas pertencentes à espécie *Coffea arabica*.

Sobre esse contexto, o estudo da utilização de resíduos lignocelulósicos provenientes de atividades agrônomicas, na produção de painéis aglomerados, surge como uma alternativa que minimiza a extração de madeira e reduz a poluição ambiental. A caracterização desses resíduos se faz necessária visto a influência que as mesmas exercem sobre as propriedades dos painéis aglomerados.

Desse modo, o presente trabalho teve como objetivo avaliar as características físicas e químicas (densidade, pH, capacidade tampão e teores de extrativos, lignina e cinzas) dos seguintes resíduos lignocelulósicos agroindustriais: caule de mamoeiro, carpelo de noz macadâmia e pergaminho de café, com perspectiva futura para produção de painéis aglomerados.

2. MATERIAL E MÉTODOS

2.1. Obtenção e preparo do material lignocelulósico

As matérias-primas utilizadas para realização do experimento consistiram em resíduos lignocelulósicos agrícolas, caule de mamoeiro, carpelo de noz macadâmia e pergaminho de café. Os resíduos agrícolas, caule de mamoeiro e carpelo de noz macadâmia foram obtidos em propriedades produtoras de mamão papaya (*Carica papaya*) e nogueira macadâmia (*Macadamia integrifolia*) localizadas no município de São Mateus, norte do estado do Espírito Santo; e o pergaminho de café, em uma propriedade produtora de café arábica (*Coffea arabica*) localizada no município de Dores do Rio Preto, sul do Estado do Espírito Santo. Todas as espécies adotadas possuem importância econômica no estado do Espírito Santo.

Os diferentes tipos de resíduos lignocelulósicos foram secos ao ar até atingirem o teor de umidade de equilíbrio; posteriormente reduzidos a partículas em moinho de martelo e classificados em peneira de malha 4,0mm, para obter as partículas adequadas à produção dos painéis aglomerados e à caracterização física destes materiais, sendo utilizadas aquelas que ficaram retidas em peneira de malha 2,0mm. Posteriormente, foram secas em estufa a $80 \pm 2^\circ\text{C}$ até atingirem o teor de umidade pré-estabelecido de 5%.

2.2. Caracterização física dos materiais lignocelulósicos

A densidade dos resíduos lignocelulósicos caule de mamoeiro, carpelo de noz macadâmia e pergaminho de café foi obtida por meio do método da densidade a granel. A biomassa dos resíduos foi saturada em água, posteriormente determinou-se o volume saturado de cada material e a massa foi seca em estufa a 103°C até atingir peso constante. A densidade a granel foi determinada por meio da razão entre massa seca e o volume saturado, utilizando cinco repetições por resíduo.

2.3. Caracterização química dos materiais lignocelulósicos

Os materiais lignocelulósicos (caule de mamoeiro, carpelo de noz macadâmia e pergaminho de café) foram analisados quanto ao pH e capacidade tampão (ALMEIDA, 2009), teor extrativos totais (Association of the Pulp and Paper Industry - TAPPI, 1996), lignina (GOLDSCHIMILD, 1971; GOMIDE; DEMUNER, 1986) e cinzas (Associação Brasileira Técnica de Celulose e Papel - ABTCP, 1977), propriedades importantes de serem conhecidas para utilização destes materiais como matéria prima na confecção de painéis aglomerados à

REALIZAÇÃO



APOIO



ORGANIZAÇÃO





III CBCTEM

Congresso Brasileiro de Ciência
e Tecnologia da Madeira
Florianópolis - 2017

base de madeira. Para realização das análises químicas, utilizaram-se partículas moídas em moinho tipo Willey que ficaram retidas na peneira de 60 mesh.

Para determinação do pH e da capacidade tampão solubilizaram-se 5,0 gramas de partículas de cada material (caule de mamoeiro, carpelo de noz macadâmia e pergaminho de café), base seca, em 150 mL de água destilada, sob refluxo (100 °C) por 20 minutos, e à temperatura ambiente (25°C), por 24 horas. Em seguida foram colocados em um Becker, 50 mL de extratos aquosos, mantidos sob agitação. Após calibração do pH-metro digital com soluções tampão 4, 7 e 10 obteve-se o pH inicial da solução, posteriormente, os extratos foram titulados com solução de NaOH 0,001N até pH 7 para determinação da capacidade tampão ácida em mmol/L, em seguida transformados em mmolNaOH/5g. Utilizou-se cinco repetições por resíduo para cada análise.

Para determinação do teor de extrativos totais, conforme descrito pelo método T204 om-88, utilizaram-se 2,0 gramas de amostras de cada material em extrator soxhlet com solução de tolueno: etanol (2:1) durante 5 horas e etanol por 4 horas; e posteriormente em água quente por 1 hora. O teor de extrativos foi obtido a partir da diferença entre a massa inicial e a massa final do material depois de passar pelo processo de extração, considerando-se a quantidade de partículas (base seca) empregada na extração, em porcentagem.

O teor de cinzas foi realizado conforme o método M11-77, por meio de 5,0 gramas de material, base seca, a uma temperatura de 500°C em mufla elétrica.

Para determinação do teor de lignina insolúvel utilizou-se o filtrado das amostras que foram sujeitas ao processo de determinação do teor de extrativos totais. Pesou-se o equivalente a 0,3 gramas de amostra, sendo submetida à hidrólise com ácido sulfúrico a 72% por 60 minutos (30 ± 1°C), posteriormente foi autoclavada por 60 minutos e filtrada. A lignina insolúvel corresponde ao sólido retido após filtração, determinada pela razão entre a massa da amostra filtrada e a massa absolutamente seca. O líquido usado para lavar e filtrar o conteúdo foi utilizado para determinação da lignina solúvel, por meio de análise em espectrofotômetro. O teor de lignina total foi determinado por meio da soma dos percentuais solúvel e insolúvel. Todas as análises foram realizadas utilizando-se cinco repetições por resíduo.

3. RESULTADOS E DISCUSSÃO

3.1. Caracterização física e química dos materiais lignocelulósicos

3.1.1. Densidade

As médias de densidade a granel dos resíduos agrícolas, caule de mamoeiro, carpelo de noz macadâmia e pergaminho de café são apresentadas na Tabela 1.

Tabela 1. Densidade a granel dos resíduos agrícolas

Material lignocelulósico	Densidade (g cm ³)
Caule de mamoeiro (CM)	0,189
Carpelo de noz macadâmia (CNM)	0,299
Pergaminho de café (PC)	0,346

REALIZAÇÃO



APOIO



ORGANIZAÇÃO





III CBCTEM

Congresso Brasileiro de Ciência
e Tecnologia da Madeira
Florianópolis - 2017

Sabe-se que a densidade dos materiais utilizados na confecção de painéis aglomerados interfere diretamente nas suas propriedades físicas e mecânicas. Partículas de menor densidade permitem uma maior compactação quando comparadas àquelas de maior densidade, que necessitam de uma maior pressão de prensagem. Uma solução para produzir painéis de média densidade com boas propriedades é a associação de materiais lignocelulósicos de alta e baixa densidade (MALONEY, 1993).

Os resíduos caule de mamoeiro, carpelo de noz macadâmia e pergaminho de café apresentaram baixas densidades em relação à densidade da madeira de eucalipto, por exemplo, que é de cerca de $0,55 \text{ g cm}^{-3}$. A inclusão de material lignocelulósico de menor densidade às madeiras de maior densidade resulta em aumentos na razão de compactação do painel aglomerado, e melhora das propriedades físicas e mecânicas (BUFALINO et al., 2012a).

Guimarães et al. (2010) também produziram painéis utilizando eucalipto com densidade de $0,56 \text{ g cm}^{-3}$, com acréscimo de pseudocaule de bananeira ($0,17 \text{ g cm}^{-3}$). Os resultados obtidos pelos autores indicaram que o acréscimo de pseudocaule da bananeira nos painéis aglomerados proporcionou o aumento das propriedades físicas densidade, absorção de água e inchamento em espessura após 2 e 24 horas de imersão em água.

Ao avaliarem o efeito de diferentes teores de palha de milho sobre as propriedades de painéis particulados multicamadas Silva et al. (2015), observaram densidades de $0,50$ e $0,17 \text{ g cm}^{-3}$ para madeira de *Eucalyptus grandis* e resíduo de milho, respectivamente, valor próximo ao encontrado para o resíduo caule de mamoeiro. Os autores constataram um aumento da absorção de água e do inchamento em espessura à medida que a percentagem de palha de milho foi adicionada aos painéis, enquanto que as propriedades mecânicas diminuíram.

O potencial de utilização de feixes de sisal, em associação com partículas de eucalipto, para produção de painéis MDP multicamadas foi estudado por Mesquita et al. (2015), que obtiveram densidade de $0,37 \text{ g cm}^{-3}$ para o sisal, valor semelhante ao pergaminho do café, e $0,59 \text{ g cm}^{-3}$ para madeira de eucalipto. A inclusão dos feixes de sisal acarretou redução das propriedades físicas e mecânicas dos painéis.

A densidade a granel da casca de café não moída apresentou valor médio de $0,24 \text{ g cm}^{-3}$ em estudo realizado por Protásio et al. (2011), enquanto neste resíduo moído a densidade média foi de $0,46 \text{ g cm}^{-3}$. No presente estudo verificou-se que a densidade do pergaminho de café não processado foi de $0,35 \text{ g cm}^{-3}$, valor intermediário aos encontrados pelos referidos autores para casca de café. A casca de café após o processamento do fruto do cafeeiro pode conter restos de pergaminho, fator atribuído ao caráter residual dessa biomassa (PROTÁSIO et al., 2011), assim como foi observado no resíduo pergaminho de café coletado para fabricação dos painéis aglomerados, ao apresentar restos de casca.

3.1.2. Teor de extrativos, lignina e cinzas

Diferentemente do carpelo de noz macadâmia, os resíduos tronco de mamoeiro e pergaminho de café apresentaram elevados teores de extrativos (Tabela 2). O alto teor de extrativo em materiais lignocelulósicos pode dificultar a produção de painéis de madeira reconstituída, uma vez que este interfere nas reações de polimerização da resina, este efeito pode ser minimizado por meio de pré-tratamento em água (BUFALINO et al., 2012b; IWAKIRI, 2005).

REALIZAÇÃO



APOIO



ORGANIZAÇÃO





III CBCTEM

Congresso Brasileiro de Ciência
e Tecnologia da Madeira
Florianópolis - 2017

Tabela 2. Composição química dos materiais lignocelulósicos

Material lignocelulósico	Extrativo (%)	Lignina total (%)	Cinzas (%)
Caule de mamoeiro (CM)	20,75	23,19	10,85
Carpelo de noz macadâmia (CNM)	4,87	43,60	6,16
Pergaminho de café (PC)	12,88	35,54	5,41

Os materiais que apresentaram maiores valores de lignina total foram o carpelo de noz macadâmia e o pergaminho de café. Para a produção de painéis de madeira reconstituída, teores de lignina mais elevados nos materiais lignocelulósicos é uma característica desejável (BUFALINO et al., 2012a). Considerada um adesivo natural, a lignina pode proporcionar uma maior qualidade de adesão entre as partículas dos painéis (JOSELEAU et al., 2004; KHEDARI et al., 2004; SILVA, 2015). O caule de mamoeiro exibiu o menor valor para teor de lignina. Baixos teores deste componente constituem uma desvantagem para produção de painéis de partículas, uma vez que a lignina contribui para uma melhor colagem e maior estabilidade dimensional dos painéis (BUFALINO et al., 2012b).

Conforme estudo realizado por Foelkel (2013), a madeira de eucalipto apresenta valores médios de teores de cinzas variando de 0,3 a 1,0%. Dentre os resíduos estudados, o caule de mamoeiro apresentou maior percentual de cinzas, seguido do carpelo de noz macadâmia e do pergaminho de café. O alto teor de cinzas pode interferir no pH das partículas do aglomerado, que deve situar-se entre 3 e 6, prejudicando a qualidade de adesão (IWAKIRI, 2005).

Da mesma forma que os resíduos agrícolas estudados, a palha de arroz também é um resíduo agrícola que apresenta elevado teor de cinzas, 14-20% (REDDY; YANG, 2005). O carpelo de noz macadâmia e o pergaminho de café apresentaram teores de cinzas próximos aos verificados por Reddy e Yang (2005) em forragem de milho e palha de trigo, 3,6-7% e 6-8%, respectivamente.

3.1.3. pH e capacidade tampão

O valor médio do pH do resíduo pergaminho de café para solubilidade em água fria foi de 5,38, caracterizando-o como ácido. Já o caule de mamoeiro exibiu pH levemente alcalino, e o carpelo de noz macadâmia apresentou valor próximo ao pH neutro (Tabela 3).

Tabela 3. Valores de pH e capacidade tampão ácida (CTA) dos materiais lignocelulósicos

Material lignocelulósico	Água fria 24h		Água quente 20min	
	pH	CTA*	pH	CTA*
Caule de mamoeiro (CM)	7,35	0,0000	6,47	0,0618
Carpelo de noz macadâmia (CNM)	6,25	0,0855	6,56	0,0552
Pergaminho de café (PC)	5,38	0,1340	6,16	0,1299

*CTA = Capacidade Tampão Ácida em mmol NaOH 5g⁻¹.

REALIZAÇÃO



APOIO



ORGANIZAÇÃO





III CBCTEM

Congresso Brasileiro de Ciência
e Tecnologia da Madeira
Florianópolis - 2017

Tinti (2015), ao caracterizar resíduos de madeira de eucalipto visando a produção de aglomerados, observou pH com valor médio de 4,20 para solubilidade em água fria (24h), e 4,69 para água quente. Comparando o método e o tempo de extração o autor encontrou pouca diferença entre água fria e quente para a madeira de eucalipto, com valores próximos ao encontrado por Boa et al. (2015). O pH do resíduo lignocelulósico carpelo de noz macadâmia apresentou o mesmo comportamento tanto para solubilidade em água quente quanto para água fria, com uma pequena variação entre os valores médios, cerca de 5%. Já o pH do caule de mamoeiro para solubilidade em água quente apresentou uma redução de 22%, e, em contrapartida, o pergaminho de café apresentou pH 14,5% superior para solubilidade em água quente.

O pergaminho de café foi o resíduo que apresentou maior valor de CTA, uma vez que foi necessário cerca de 44,6 e 43mL de solução NaOH para elevar o pH da solução de 5,38 (água fria) e 6,16 (água quente), respectivamente, a pH 7. O pH e a capacidade tampão podem comprometer a cura e a solidificação do adesivo, interferindo na qualidade dos painéis. Acidez elevada pode causar pré-cura do adesivo, e influenciar nas propriedades físico-mecânicas do painel (IWAKIRI et al., 2005; MALONEY, 1993).

Ao realizarem a caracterização química de resíduos agroindustriais (caroço de pêssego, casca de arroz e erva mate) e avaliarem seu potencial para produção de painéis aglomerados para fins decorativos, Schmitz et al. (2014), observaram que o pH para solubilidade em água fria tanto do caroço de pêssego (7,02) quanto da casca de arroz (6,83) apresentou valores próximos a neutralidade, e a erva mate apresentou pH de caráter ácido (5,02). O comportamento do caroço de pêssego avaliado por Schmitz et al. (2014), com pH 7,02 foi bem parecido ao encontrado neste estudo para o caule de mamoeiro. Assim como o caroço de pêssego, o caule de mamoeiro pode ser considerado levemente alcalino, enquanto os demais materiais lignocelulósicos avaliados neste estudo (carpelo de noz macadâmia e pergaminho de café) possuem caráter ácido.

Para a solubilidade em água quente, Schmitz et al. (2014), verificaram que apenas o caroço de pêssego apresentou a mesma tendência da água fria, com pH 6,02. Os demais resíduos avaliados pelos autores, casca de arroz e erva-mate, apresentaram valores de pH considerados ácidos, 5,74 e 5,25 respectivamente.

Ao fabricarem chapas de partículas aglomeradas com madeira de paricá (*Schyzolobium amazonicum*) e fibras de coco (*Cocos nucifera*), Colli et al. (2010), observaram que o extrato em água fria da madeira de paricá apresentou pH médio de 4,88 e as fibras de coco apresentaram pH 5,70, valor semelhante ao do pergaminho de café. Tanto a madeira de paricá quanto a fibra de coco apresentaram baixa capacidade tampão, uma vez que a adição de apenas 1 mL do NaOH foi suficiente para elevar o pH para 8,20 e 8,60, respectivamente.

Quando utilizada a resina ureia-formaldeído para produção de painéis aglomerados, é necessário que o pH do meio esteja ácido durante o processo de prensagem a quente. A acidez do meio pode ser controlada por adição de catalisadores à base de sais, que evitem a pré-cura do adesivo (MARRA, 1992). Os valores de pH observados pelos autores supracitados tanto para solubilidade dos materiais em água fria quanto para água quente são adequados para o uso da resina ureia formaldeído na produção de painéis aglomerados, assim como os valores verificados na presente pesquisa.

REALIZAÇÃO



APOIO



ORGANIZAÇÃO





III CBCTEM

Congresso Brasileiro de Ciência
e Tecnologia da Madeira
Florianópolis - 2017

4. CONCLUSÕES

As menores densidades dos resíduos agrícolas potencializam seus usos em combinação com partículas de madeira de maiores densidades, proporcionando a produção de painéis com maior razão de compactação e consequentemente, melhores propriedades físicas de mecânicas.

Sob o ponto de vista da caracterização química dos resíduos, sugere-se o uso do pergaminho de café, em comparação aos demais, por apresentar maior teor de lignina e consequentemente, menor teor de extrativos, que contribui para a melhoria na qualidade de adesão das partículas.

5. AGRADECIMENTOS

Aos produtores rurais, Sr. Clóvis Eduardo Nunes Hegedus, Sr. Ítalo Santos Bonomo, Sr. Edvaldo Permanhane e Sr. Valmir Caetano Gonçalves pela doação do pergaminho de café, carpelo de macadâmia, caule do mamoeiro e da madeira de eucalipto, respectivamente. Agradecemos também à empresa Fibria pela bolsa de pesquisa concedida à primeira autora e ao CNPq pelo apoio financeiro.

6. REFERÊNCIAS BIBLIOGRÁFICAS

ALMEIDA, V. C. Efeito da adição de carga e extensor nas propriedades do adesivo uréia-formaldeído e dos compensados de *Pinus elliottii* e *Schizolobium amazonicum*. 2009, 88f. Dissertação (Mestrado em Ciência Florestal) - Universidade Federal de Viçosa, Viçosa, 2009.

ASSOCIAÇÃO BRASILEIRA DE NOZ MACADÂMIA – ABM. Disponível em: <www.abm.agr.br> 2013. Acesso em: 20 de maio de 2017.

ASSOCIAÇÃO BRASILEIRA DOS PRODUTORES E EXPORTADORES DE PAPAYA – BRAPEX. 2015. Disponível em: <<http://www.brapex.net/2013/index.asp>> Acesso em: 26 de maio de 2017.

ASSOCIAÇÃO BRASILEIRA TÉCNICA DE CELULOSE E PAPEL – ABTCP. M11-77. Cinzas em madeira. São Paulo, 1977.

ASSOCIATION OF THE PULP AND PAPER INDUSTRY - TAPPI. T-204 om-88. TAPPI test methods: Solvent extractives of Wood and pulp. Atlanta: TAPPI Press, 1996.

BANCO INTERNACIONAL PARA RECONSTRUÇÃO E DESENVOLVIMENTO – BIRD, ÍCONE. Associação Internacional de Desenvolvimento ou Banco Mundial - DC 20433: 1818 H Street NW Washington, 2013. Disponível em: <<http://www.iconebrasil.com.br/>> Acesso em: 26 de maio de 2017.

BOA, A. C. et al. Resíduos madeireiros de eucalipto colados com resina ureia formaldeído à temperatura ambiente. Scientia Forestalis, Piracicaba, v. 42, n. 102, p. 279-288, 2014.

BUFALINO, L. et al. 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, 2012a.

REALIZAÇÃO



APOIO



ORGANIZAÇÃO





III CBCTEM

Congresso Brasileiro de Ciência
e Tecnologia da Madeira
Florianópolis - 2017

BUFALINO, L. et al. Caracterização química e energética para aproveitamento da madeira de costaneira e desbaste de cedro australiano. *Pesquisa Florestal Brasileira*, Colombo, v. 32, n. 70, p. 129-137, 2012b.

COLLI, A. et al. 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.

FOELKEL, C. E. B. Aspectos práticos e conceituais sobre a fabricação de celulose de mercado do tipo kraft branqueada a partir de madeira de eucalipto. In: FOELKEL, C. E. B. *Eucalyptus online book & newsletter*: Cap.31, jun.2013. Disponível em: <http://eucalyptus.com.br/eucaliptos/PT31_ProcessoKraftEucalipto.pdf> Acesso em: 29 de maio de 2017.

FOOD AND AGRICULTURE ORGANIZATION OF UNITED NATIONS – FAO/FAOSTAT. 2012. Disponível em: <<http://faostat.fao.org/>>. Acesso em: 28 de maio de 2017.

GLOBO RURAL - G1 Economia: Agronegócios. Cultivo da noz macadâmia cresce no Espírito Santo. 2011. Disponível em: <<http://g1.globo.com/economia/agronegocios/noticia/2011/04/cultivo-da-nozmacadamia-cresce-no-espirito-santo.html>> Acesso em: 28 de maio de 2017.

GOLDSCHIMILD, O. Ultraviolet spectra. In: SARKANEN, K. V.; LUSWIG, C. H. (Eds.). *Lignins*. New York: Wiley Interscience, p.241-246, 1971.

GOMIDE, J. L.; DEMUNER, B. J. Determinação do teor de lignina em material lenhoso: método Klarson modificado. *O papel*, São Paulo, v. 47, n. 8, p. 36-38, 1986.

GUIMARÃES, B. M. R et al. Avaliação das propriedades físicas de painéis aglomerados obtidos a partir de eucalipto e pseudocaule da bananeira. In: XIX Congresso de Pós-Graduação da UFLA, 2010, Lavras. *Anais...* Lavras: Sociedade Brasileira para o progresso da ciência, 2010.

INSTITUTO BRASILEIRO DE GEOGRAFIA E ESTATÍSTICA – IBGE. Cereais, leguminosas e oleaginosas. Grandes Regiões: Participação na produção. 2015. Disponível em: <www.ibge.gov.br/home/estatistica/indicadores/agropecuaria/lspa> Acesso em: 28 de maio de 2017.

INSTITUTO DE PESQUISA ECONÔMICA APLICADA – IPEA. Diagnóstico dos Resíduos Orgânico do Setor Agrossilvopastoril e Agroindústrias Associadas. Brasília, 2012. Disponível em: <http://www.ipea.gov.br/agencia/images/stories/PDFs/relatoriopesquisa/120917_relatorio_residuos_organicos.pdf> Acesso em: 26 de maio de 2017.

IWAKIRI, S. Painéis de madeira reconstituída. Curitiba: FUPEF, 2005, 274 p.

JOSELEAU, J. P. et al. Detection in situ and characterization of lignin in the G-layer of tension wood fibres of *Populus deltoids*. *Planta*, Berlin, v. 219, n.2, p. 338-345, 2004.

KHEDARI, J. et al. New low-cost insulation particleboards from mixture of durian peel and coconut coir. *Building and Environment*, Oxford, v. 39, n. 1, p. 59-65, 2004.

MAIA, C. M. B. F. et al. Casca de macadâmia (*Macadamia integrifolia*) e seu potencial para a produção de biocarvões. Colombo: Embrapa Florestas, Comunicado Técnico, n. 301. 2012. 5 p. Disponível em: <<http://www.bibliotecaflorestal.ufv.br/handle/123456789/4516>> Acesso em: 26 de maio de 2017.

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

REALIZAÇÃO



APOIO



ORGANIZAÇÃO





III CBCTEM

Congresso Brasileiro de Ciência
e Tecnologia da Madeira
Florianópolis - 2017

MARRA, A. A. Technology of wood bonding – Principles in Practice. New York: Van Nostrand Reinhold, 1992, 453 p.

MESQUITA, R. G. A. et al. Inclusão de feixes de sisal na produção de painéis MDP de eucalipto. Scientia Forestalis, Piracicaba, v. 43, n. 105, p. 75-82, 2015.

ORGANIZAÇÃO DE COOPERAÇÃO E DE DESENVOLVIMENTO ECONÔMICO OCDE/
FOOD AND AGRICULTURE ORGANIZATION OF UNITED NATIONS - FAO. Agricultura
Brasileira: Perspectivas e Desafios. 2015. Disponível em:
<<https://www.fao.org.br/download/PA20142015CB.pdf>> Acesso em: 26 de maio de 2017.

PENONI, E.S. et al. Análise de frutos e nozes de cultivares de nogueira-macadâmia. Ciência Rural, Santa Maria, v. 41, n. 12, p. 2080-2083, 2011.

PROTÁSIO, T. P. et al. Compactação de biomassa vegetal visando à produção de biocombustíveis sólidos. Pesquisa Florestal Brasileira, Colombo, v. 31, n. 68, p. 273-283, 2011.

REDDY, N.; YANG, Y. Biofibers from agricultural byproducts for industrial applications. Trends in Biotechnology, Amsterdam, v. 23, n. 1, p. 22-27, 2005.

SCHMITZ, V. N. et al. Caracterização química preliminar de resíduos lignocelulósicos para produção de painéis aglomerados decorativos. Anais...XXII Congresso de Iniciação Científica da Universidade Federal de Pelotas. Pelotas, 2014.

SFREDO, M.A. Dispersão de frutos de café no escoamento em secador de múltiplas bandejas vibradas. 2006. 321f. Tese (Doutorado em Engenharia Química) - Universidade Federal de Uberlândia, Uberlândia, 2006.

SILVA, D.W. et al. MDP com partículas de eucalipto e palha de milho. Scientia Forestalis, Piracicaba, v. 43, n. 108, p. 853-862, 2015.

TINTI, V. P. Efeitos da temperatura e adesivos na qualidade de painéis aglomerados produzidos com resíduos de madeira de eucalipto. 2015. 77f. Dissertação (Mestrado em Ciências Florestais) – Universidade Federal do Espírito Santo, Jerônimo Monteiro, 2015.

REALIZAÇÃO



APOIO



ORGANIZAÇÃO

