

Manufatura de painéis cimento-madeira utilizando a espécie *Melia azedarach*

Lucas Machado (Universidade Federal do Paraná) lucasmachado.ufpr@gmail.com
Giseli Alves de Almeida (Universidade Federal do Paraná) giseli.almeida@ifpr.edu.br
Robson Seleme (Universidade Federal do Paraná) robsonseleme@hotmail.com
Rosane Malacarne (Universidade Federal do Paraná) rosane_malacarne@hotmail.com

Resumo:

Atualmente o setor da construção civil busca por novos produtos que agreguem vantagens técnicas e menores impactos ambientais, para substituir produtos a muito usados e já obsoletos, essa é uma necessidade crescente. Dentro deste contexto, surgem os painéis de cimento-madeira que podem ser uma opção viável e de menor impacto ao meio ambiente por fazer uso de um recurso renovável, que é a madeira. Este painel já é bastante usado em países da Europa e Ásia em virtude de suas características adequadas para aplicabilidade estrutural, porém no Brasil esse material não é utilizado, principalmente por questões culturais em se priorizar as construções em alvenaria, instaurando a necessidade em se desenvolver novas pesquisas acerca do tema. Desta forma o objetivo deste artigo foi avaliar o potencial de uso da madeira da espécie *Melia azedarach* (Cinamomo), espécie cultivada no Brasil e promissora na manufatura de painéis cimento-madeira, para tanto o experimento constitui-se em três tratamentos, sendo um testemunha e os outros dois pré-tratamentos para remoção de extrativos, que são fatores limitantes no processo. Os painéis foram confeccionados com massa específica nominal de 1,2 g/cm³, prensados com 4 Mpa, foram avaliadas as propriedades físicas e mecânicas dos painéis. Os resultados indicaram um potencial de uso para espécie *Melia azedarach* na produção de painéis cimento-madeira. Em relação aos pré-tratamentos verificou-se maior estabilidade dimensional com a aplicação, por outro lado não houve melhoras nas propriedades mecânicas.

Palavras chave: Cinamomo, Produto substituto, Construção civil, Sustentável.

Manufacture of cement-bonded board using the species *Melia azedarach*

Abstract

Currently the construction industry seeks new products that add technical advantages and lower environment impacts, to substitute products widely used and already obsolete. In this context, the cement-wood board can be a viable option and with less impact on the environment by making use of wood a renewable resource. This panel is already widely used in Europe and Asia by virtue of its structural characteristics. Although in Brazil, this material is not used, mainly for cultural reasons likes prioritizing the buildings in masonry, reflecting a need to develop researches on the subject. Therefore the aim of this paper was to evaluate the potential use of wood species *Melia azedarach* (Cinamomo), promising species cultivated in Brazil, in the manufacture of cement-wood panels. The experiment was constituted in three treatments, being a witness and others two pre-treatments for removal of extractives, which are limiting factors in the process. The panels were made with nominal density of 1.2 g / cm³, pressed to 4 MPa, the physical and mechanical properties of the panels were evaluated. The results indicated a potential use of the *Melia azedarach* species in the cement-wood production. In relation to

pre-treatment there was a higher dimensional stability, on the other hand there was no improvement in mechanical properties.

Key-words: Cinamomo, Product replacement, Building, Sustainable.

1. Introdução

O setor da construção civil mostra uma crescente receptividade a novas tecnologias, produtos e métodos construtivos que tenham condições de substituir com vantagens os produtos e técnicas tradicionais há muito colocados em uso, visto que por vezes, estes mostram-se obsoletos, com alto custo de produção e de algum modo acarretam altos impactos ambientais.

Sob o viés do conceito de sustentabilidade desenvolvem-se pesquisas e estudos, os quais são responsáveis pelo incremento de novos produtos no mercado, todavia tratando-se do setor da construção civil a medida que as exigências no campo ecológico se tornam mais apuradas, produtos com preços muito superiores aos similares, via de regra, naturalmente tornam-se rejeitados por esse mercado consumidor. Deste modo o desenvolvimento de produtos que possam ser substitutos econômico e técnico, torna-se uma necessidade.

Nesse âmbito tendo como premissa que o produto deve dispor de qualidade, impacto ambiental reduzido e preço competitivo aos seus concorrentes diretos é que se insere os painéis de cimento-madeira, que são similares aos painéis aglomerados. Quanto a caracterização, podem ser definidos como painéis de partículas ou fibras de biomassa vegetal, água e aditivos químicos, aglutinados através de um mineral, onde os adesivos tradicionalmente usados são substituídos pelo cimento.

Processos similares à técnica em comento já vem de longa data, segundo Beraldo et al. (2002) os egípcios já faziam uso de fibra vegetal para diminuir as fissuras nos tijolos de adobe. Este processo ganhou força durante a Segunda Guerra mundial, onde partículas de madeira foram empregadas em diversos produtos à base de concreto, principalmente devido à escassez de agregados inorgânicos (LATORRACA 2005). Nesse sentido, Moslemi (1989) atesta que essa mesma concepção tem sido empregada nos tempos atuais, por meio de aplicação de fibras ou partículas combinadas ao cimento Portland, ou a outros aglomerantes como gesso e magnesita.

Numa perspectiva histórica, os painéis de cimento-madeira ganharam destaque a partir do processo Bison, que foi pioneiro no processo de fabricação dos painéis cimento-madeira em escala industrial, com a instalação de suas plantas na Alemanha por volta de 1928. Assim o processo Bison condicionou grande visibilidade no processo de produção dos painéis de cimento-madeira, seus requisitos acabaram por se tornar referências para o processo de fabricação dos painéis de cimento madeira (IWAKIRI, 2012).

Fazendo uma analogia, quanto a operacionalidade, Moslemi (1974) pondera que os painéis cimento madeira apresentam vantagens como material para construção civil, por serem produtos virtualmente incombustíveis e apresentarem alta resistência mecânica e à umidade, bem como, por possuírem alta resistência ao ataque de agentes biodegradadores sem fazer uso de formaldeído e são bons isolantes térmicos e acústicos. Complementar a essa ideia Eltomation Wood Cement Board Plants (2003), ressalta que, além desses fatores, o produto é adequado a aplicações externas e internas e têm boa aceitação a tratamentos superficiais, como verniz, lâminas, pinturas, entre outros.

No que diz respeito aos parâmetros técnicos de produção, a escolha da madeira que será incorporada ao painel, deve ser feita com base em alguns critérios, principalmente no que diz

respeito as propriedades químicas da madeira, que é um dos fatores de maior influência, pois está diretamente relacionada à cura e ao endurecimento do cimento. Segundo Iwakiri e Prata. (2008), os extrativos presentes na madeira são os principais responsáveis pela inibição da solidificação do cimento, sendo seus princípios ativos os compostos fenólicos e os carboidratos livres, devendo sim estes serem considerados.

Usualmente, a inibição da cura do cimento é mais pronunciada em madeiras de folhosas tropicais, por terem maior concentração de extrativos, de fator substâncias como açúcares e carboidratos, que são aditivos químicos retardadores de cura do cimento. Para viabilizar a produção dos painéis de cimento-madeira a partir de espécies com altos teores de extrativos é aplicado as partículas tratamentos que visam a remoção dos mesmos. Entre eles inclui-se a remoção dos extrativos através das imersão das partículas por 6 horas em água quente, ou imersão por 24 horas em água fria (MOSLEMI et al., 1983; SAVASTANO JÚNIOR et al., 2000).

Tradicionalmente já se tem um uso acentuado do gênero *Pinus*, para a produção deste tipo de painel, em virtude da disponibilidade e de características favoráveis da espécie, no entanto, a diversidade de gêneros e espécies que se dispõem em território brasileiro é realmente muito vasta, portanto pesquisas que busquem por novas espécies com potencial de uso são necessárias, sendo este o caminho para se aprimorar e desenvolver o uso dos painéis de cimento madeira

Tendo em vista a busca por novas opções de espécies para o composto cimento-madeira, surge a madeira de *Melia azedarach*, popularmente conhecida como Cinamomo, apresentando características promissoras em termos de crescimento e produção de madeira, a sua madeira apresenta semelhança com a madeira de Cedro e sua massa específica aparente média é em torno de 0,43 g/cm³, mesmo sendo esta originária da Índia e da China é encontrada no Brasil, principalmente na região Sul e Sudeste

Conforme aponta Trianoski (2010), a espécie apresenta composição química de 72,37 % para holocelulose, 22,64% para lignina, 4,41% pra extrativos totais e 0,52% para compostos inorgânicos. A mesma autora avaliou os componentes solúveis concluindo que a espécie apresenta quantidade superior de extrativos quando compara com a espécie *Pinus taeda*

Diante do exposto, este trabalho teve por objetivo a avaliação da aplicabilidade da espécie *Melia azedarach* na produção de painéis cimento-madeira, bem como analisar o impacto da aplicação de dois pré-tratamentos, água fria e água quente, na remoção de extrativos e sua relevância nas propriedades mecânicas do painel, comparando os resultados obtidos com os requisitos do processo Bison e com os resultados da literatura estabelecidos para a espécie *Pinus taeda*.

2. Material e Método

A seguir são descritas as todas as fases que compõem o processo de obtenção das partículas, confecção dos painéis até os ensaios realizados em laboratório.

2.1 Geração das partículas

A madeira da espécie *Melia azedarach* que foi empregada na confecção dos painéis cimento madeira é oriunda de uma fazenda experimental localizada na cidade de Corupá - SC, de propriedade da empresa BATTISTELLA.

Segundo os registros da empresa, o plantio não recebeu nenhum trato silvicultural de manejo, no entanto, a espécie *Melia azedarach* foi cultivada em plantio misto com a espécie *Eucalyptus robusta*. Sua retirada seguiu as determinações estabelecidas pela Norma Copant 458/1972, sendo coletada 5 árvores, depois de abatida, as árvores foram traçadas gerando toretes de aproximadamente 0,80 m, para posteriormente reduzir suas dimensões, seccionando-os em peças de tamanho reduzido para o processo de geração das partículas.

Quanto o processamento do material, este iniciou no picador de discos, para geração de cavacos, que posteriormente foram secos em estufa com temperatura de 103 °C, para atingir um teor de umidade de aproximadamente 10%, visto que desta forma o processamento realizado em sequência no moinho de martelo é facilitado estando os cavacos com menor teor de umidade, nesta etapa são obtidas as partículas *sliver*.

Depois de obtidas as partículas, as mesmas foram classificadas por meio de classificador automático de peneiras, utilizando duas peneiras de 30 e 8 *mesh*, a classificação se faz necessária a fim de homogeneizar a geometria das partículas bem como remover os finos geradas em etapas anteriores do processo.

2.2 Aplicação dos pré-tratamentos

A fim de se avaliar a influência dos extrativos presentes na madeira da espécie *Melia azedarach* foi proposto um delineamento com dois pré-tratamentos, que foram aplicados às partículas a fim de realizar a remoção dos extrativos, resultando em um possível aumento nas propriedades mecânicas do painel. Na tabela 1 são descritos os pré-tratamentos aplicados.

Nº do tratamento	Tipo	Descrição
T1	Testemunha	Sem tratamento
T2	Químico	Água fria
T3	Químico	Água quente

Fonte: o autor

Tabela 1 – Delineamento experimental

O tratamento T1 consistiu como testemunha ao estudo, ou seja, não foi submetido a nenhuma condição, justamente para se ter um valor de referência, podendo confrontar os resultados obtidos com os demais tratamentos.

Por outro lado os tratamentos T2 e T3 são caracterizados como pré-tratamentos químicos, descritos pela literatura como água fria e água quente respectivamente. Para o tratamento T2 – água fria, as partículas foram submersas em um recipiente com água em temperatura ambiente, e permaneceram nessa condição por 24 horas. Para o tratamento T3 – água quente, as partículas foram submersas em água quente, a uma temperatura de 60 °C, por um período de 6 horas.

2.3 Confeção dos painéis

O processo de produção dos painéis cimento-madeira é composto por água, cloreto de cálcio, cimento e madeira, para a determinação exata de todas as partes componentes foi

necessário determinar inicialmente a massa específica nominal dos painéis, estabelecida em $1,2 \text{ g/cm}^3$. Partindo deste valor de referência os demais componentes foram definidos através de relações de massas. A quantidade de cimento foi quantificada através da relação 1:2,75 de madeira e cimento respectivamente. Já a quantidade de água foi fixada através da relação água: cimento de 1:2,5.

A mistura dos componentes foi realizado pelo uso de betoneira, inicialmente foi feita a homogeneização entre o cimento e a madeira, sendo então incorporado a água e cloreto de cálcio, que diluídos na mesma solução. A adição do cloreto teve como objetivo acelerar a cura do cimento. A água e o cloreto diluído foram aplicados na mistura através de pistola de aspersão, para se garantir uma aplicação mais homogênea.

2.4 Formação e prensagem dos painéis cimento madeira

Após a mistura dos componentes, o composto gerado foi novamente pesado retirando-se a massa necessária para uma chapa, sendo que foram produzidas três chapas por tratamento. A massa correspondente a uma chapa foi levada para caixa formadora, para ser dada as dimensões pré-estabelecidas $50 \text{ cm} \times 38 \text{ cm} \times 1,5 \text{ cm}$ de comprimento, largura e espessura respectivamente, após a formação do painel foi realizada uma pré-prensagem a fim de se diminuir os espaços vazios, como ilustrado na figura 1.



Figura 1 – pesagem e conformação e pré-prensagem dos painéis

Após a pré-prensagem, os painéis foram levados para prensagem realizada em prensa hidráulica, com 4 MPa de pressão. A prensagem não fez uso de temperatura, visto que a relação da água com o cimento é exotérmica, não ocorrendo liberação de calor naturalmente. Na prensa os painéis tiveram suas extremidades presas por meio de grampos e então os mesmos permaneceram assim por 24 horas, conforme figura 2 após essa sequência do processo retirou-se os grampos, obtendo-se o painel de madeira-cimento.



Figura 2 – prensagem e grampeamento dos painéis.

2.5 Confeção dos corpos de prova

Após a prensagem, os painéis permaneceram por 28 dias em câmara climatizada com umidade relativa de 12%, para ocorrer a cura do cimento. Decorrido esse período, os painéis foram levados para seccionamento, para obtenção dos corpos de prova, conforme é mostrado na figura.

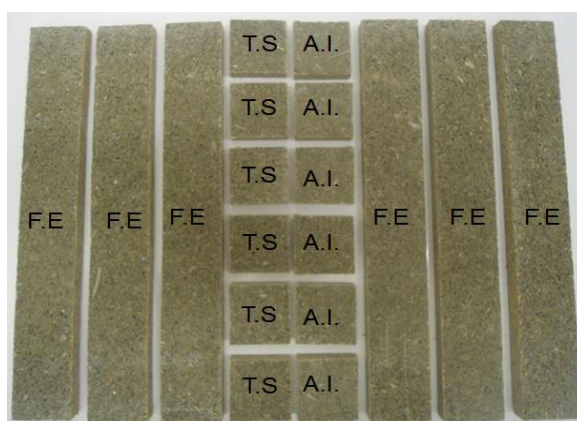


Figura 2 – representação esquemática dos corpos de prova no painel

De cada painel foram retirados 6 corpos destinados ao teste de flexão estática (F.E) com 35 cm de comprimento e 5 cm de largura. Foram confeccionados 6 corpos de prova com 5 cm de aresta para tração perpendicular à superfície (T.S), e outros 6 corpos nas mesmas dimensões destinados a absorção de água e inchamento em espessura (A.I).

2.6 Realização dos ensaios físicos e mecânicos

Todos os tratamentos foram analisados seguindo os mesmos critérios para propriedades físicas e mecânicas, onde avaliou-se como propriedades físicas: massa específica (EN 323:2002) e absorção de água e inchamento em espessura (EN 317:2002), e, quanto as propriedades mecânicas avaliou-se flexão estática (EN 310:2002) e tração perpendicular à superfície (EN 319:2002).

2.6.1 Propriedades Físicas

2.6.1.1 Massa Específica

A massa específica foi determinada através da mensuração dos corpos de prova (massa e volume) confeccionados para os três testes distintos. Os critérios metodológicos adotados seguiram: para determinação do volume foram feitas as medidas dos lados, utilizando para isso o paquímetro, a espessura foi determinada pelo uso do micrômetro e quanto a obtenção da massa esta processou-se por meio de balança de precisão, conforme figura 4.



Figura 4 – Etapas para determinação da massa específica do painel.

2.6.1.2 Absorção de água e inchamento em espessura

Os ensaios de absorção de água (AA) e inchamento espessura (IE) foram realizados através da imersão dos corpos de prova em água, a norma prevê a realização de duas medidas, a primeira com duas horas de imersão e a segunda com vinte e quatro horas, a fim de se observar o ganho tanto em massa quanto em espessura a medida que o tempo de imersão dos corpos de prova aumenta. Para se determinar as porcentagens de água absorvida e de inchamento em espessura foram utilizadas as equações 2 e 3.

$$A.A = \left(\frac{p_f - p_i}{p_i} \right) * 100 \quad (1)$$

$$I.E = \left(\frac{e_f - e_i}{e_i} \right) * 100 \quad (2)$$

Onde: p_i = peso inicial da amostra
 p_f = peso final da amostra
 e_i = espessura inicial da amostra,
 e_f = espessura final da amostra.

2.6.2 Propriedades mecânicas

2.6.2.1 Flexão estática

O ensaio de resistência à flexão estática foi realizado por meio da máquina universal de ensaios, onde os corpos com as dimensões pré-estabelecidas pela norma, deste parâmetro, foram apoiados na máquina e receberam uma carga central até que ocorresse o rompimento. Como mostra a figura 5

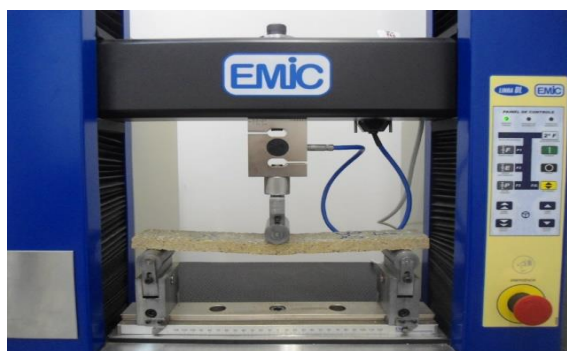


Figura 5– Aplicação da carga no ensaio de flexão estática.

A partir dos ensaios foram obtidos os valores do módulo de ruptura (MOR) e módulo de elasticidade (MOE).

2.6.2.2 Tração Perpendicular à Superfície

Assim como no ensaio de flexão estática, o de tração perpendicular à superfície também foi realizado na máquina universal de ensaios. Para isso, os corpos de prova foram colados em tacos de madeira, para que os mesmos sofressem a ação das forças perpendiculares à superfície, culminando no rompimento da parte central do corpo de prova, como é demonstrado na figura 6.

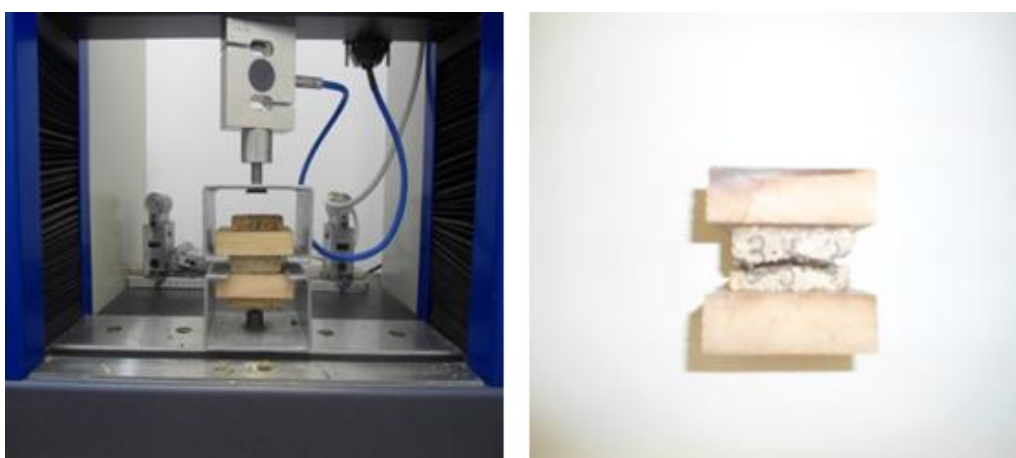


Figura 6 – Ensaio de tração perpendicular à superfície e rompimento do corpo.

2.6.3 Análise dos dados

Os resultados foram submetidos a análise estatística, por meio do software *Assistat*, onde os resultados obtidos foram comparados entre si a fim de se verificar diferenças estatística dos tratamentos. A análise se deu por meio da avaliação da variância e teste de Tukey, ao nível de 95% de confiança. Também foi efetuada uma comparação com os requisitos do processo Bison.

3. Resultados e discussão

3.1 Propriedades física

Na tabela 2 são apresentados os resultados para as propriedades físicas

Tratamento		ME g/cm ³	AA 24h %	IE 24h
1	Testemunha	1,23 a (4,34)	17,34 a (6,87)	2,85 a (9,66)

2	Água fria	1,22 a (3,53)	14,22 b (7,88)	0,76 b (9,39)
3	Água quente	1,25 a (3,12)	14,02 b (5,28)	1,40 c (9,67)

Médias seguidas de mesma letra na coluna, não diferem entre si pelo teste de Tukey ($P \leq 0,05$). Valor entre parênteses indicam o coeficiente de variação. Fonte: o autor

Tabela 2 – Resultados obtidos para as propriedades físicas dos painéis

Os resultados obtidos para massa específica (ME) foram muito próximos do nominal ($1,2 \text{ g/cm}^3$) as pequenas diferenças observadas estão dentro das observadas em escala laboratorial. Os resultados não mostraram diferença estatística entre os tratamentos.

Em relação a absorção de água o tratamento T1 testemunha obteve o maior percentual em relação aos outros dois tratamentos. Este resultado se refletiu também no inchamento e espessura, sendo constatado um maior inchamento dos painéis correspondentes ao tratamento T1. Esta tendência de maior absorção e maior inchamento pelo tratamento T1 pode ser explicada pelo fato de os outros tratamentos T2 e T3 terem suas partículas mantidas por um determinado período submersas em água.

Comparando os resultados com os valores obtidos por Iwakiri e Prata (2008) para a espécie *Pinus taeda* indicam uma taxa de absorção muito próxima, no entanto a espécie *Melia azedarach* apresentou menor inchamento quando comparado ao *Pinus taeda*. No que diz respeito aos requisitos impostos pelo processo Bison os dois tratamentos T2 e T3 estão aptos para produção comercial, já o tratamento T1 apresentou inchamento acima do limite tolerado de 1,8%.

3.2 Propriedades mecânicas

Na tabela 3 são apresentados os resultados obtidos para as propriedades mecânicas.

Tratamento	MOR MPa	MOE MPa	Tração perpendicular Mpa
1 Testemunha	7,54 ab (10,68)	3.145,05 a (24,63)	0,76 ab (14,63)
2 Água fria	7,18 ab (8,86)	3.896,05 a (18,23)	1,13 a (11,75)
3 Água quente	5,56 b (12,71)	3.037,43 a (14,99)	0,92 ab (27,50)

Médias seguidas de mesma letra na coluna, não diferem entre si pelo teste de Tukey ($P \leq 0,05$). Valor entre parênteses indicam o coeficiente de variação. Fonte: o autor

Tabela 3 – Resultados obtidos para as propriedades mecânicas dos painéis

Analisando os resultados da tabela 3 percebe-se que para o ensaio de módulo de elasticidade (MOR) o tratamento em água quente teve efeito adverso, reduzindo o valor do mesmo, por sua vez o tratamento T2 que empregou água fria na remoção dos extrativos não apresentou diferença significativa em relação ao tratamento T1 (testemunha). Neste ensaio nenhum dos tratamentos alcançou o requisito mínimo imposto pelo processo Bison de 9 MPa.

Para os valores de módulo de elasticidade (MOE) não foi encontrada diferença estatística entre os três tratamentos, sendo que todos alcançaram o requisito mínimo imposto pelo processo Bison de 3000 MPa. Por fim no ensaio de tração perpendicular à superfície, também não foi verificada diferença estatística, no entanto todos os tratamentos atingiram o requisito do processo Bison de 0,4 MPa. Em relação aos resultados encontrados para o *Pinus taeda*, a espécie *Melia azedarach* mostrou-se inferior nos resultados de MOR e MOE, sendo superior apenas no ensaio de tração perpendicular à superfície.

Os resultados obtidos para a espécie *Melia azedarach* foram similares à pesquisa realizada por Iwakiri e Prata (2008) que ao se avaliar as espécies de *Eucalyptus grandis* e *Eucalyptus dunni* concluíram que os pré-tratamentos em água quente e água fria não eram necessários para as espécies em questão, o que também ocorre para a espécie *Melia azedarach*, resultados importantes do ponto de vista industrial, que indica que para estas espécies não se faz necessário o tratamento das partículas.

4 Conclusão

Com base nos resultados obtidos nesse trabalho as seguintes conclusões podem ser apresentadas:

Os pré-tratamentos tiveram influência na estabilidade dos painéis, visto que os tratamentos T2 e T3 obtiveram menores índices de inchamento.

Os extrativos presentes na madeira da espécie não resultaram na redução das propriedades mecânicas, haja visto que não foi verificada diferença em relação ao tratamento testemunha (T1) e os pré-tratamentos aplicados (T2 e T3) em relação às propriedades mecânicas, sendo desta forma dispensável o tratamento das partículas visando a remoção dos extrativos.

A avaliação dos resultados obtidos nessa pesquisa em comparação aos valores referenciais da espécie *Pinus taeda* e do processo Bison, indica um potencial de uso da madeira de *Melia azedarach*, no processo de fabricação dos painéis de cimento-madeira, porém com algumas limitações como no caso do módulo de ruptura, sendo necessário a realização de mais pesquisas a respeito da espécie e do processo.

Sugere-se para trabalhos futuros a aplicação de outros pré-tratamentos a fim de se verificar a existência de métodos mais efetivos na remoção dos extrativos, que resultem assim no aumento das propriedades mecânicas.

5 Referências

BERALDO A. L. et al. Compósitos à base de resíduos vegetais e cimento Portland. viii encontro brasileiro em madeiras e em estruturas de madeira Uberlândia - julho de 2002.

ELTOMATION WOOD CEMENT BOARD PLANTS. Apresenta informações sobre os produtos à base de cimento e madeira da indústria.

Disponível em: <<http://www.eltomation.nl>>. Acesso em: 20 março. 2015

EUROPEAN STANDARD. EN 317. Determination of swelling in thickness after immersion in water. English version. 2002.

EUROPEAN STANDARD. EN 319 Determinação da resistência à tração perpendicular às faces da placa. Versão Portuguesa. 2002.

EUROPEAN STANDARD. EN 323 Determinação da massa específica. Versão. 2002.

EUROPEAN STANDARD EN 319 Determinação da resistência à flexão estática. Versão Portuguesa 2002.

IWAKIRI, S et al Avaliação do potencial de utilização da madeira de *Schizolobium amazonicum* Paricá" e *Cecropia hololeuca* Embaúba" para produção de painéis cimento-madeira. Revista Cerne, Lavras v.18 n. 2 2012

IWAKIRI S, PRATA J. G. Utilização da madeira de *Eucalyptus grandis* e *Eucalyptus dunnii* na produção de painéis de cimento-madeira. Revista Cerne, Lavras v. 14, n. 1 2008

MOSLEMI, A.A.; GARCIA, J.F.; HOFSTRAND, A.D. Effect of various treatments and additives on wood-portland cementwater systems. Wood and Fiber Science, Madison, v.15, n.2, p.164-176, 1983.

MOSLEMI, A. A. Wood-cement panel products: coming of age. In: Inorganic Bonded Wood and Fiber Composite Materials. Session I: State of the art in mineral-bonded boards. USA. VOL. I, 1989

MOSLEMI, A. A. Particleboard. London: Southern Illinois University, 1974.

SAVASTANO JÚNIOR, H.; WARDEN, P.G.; COUTTS, R.S.P. Brazilian waste fibers as reinforcement of cement-based composites. Cement and Concrete Composites, Barking, v.22, n.25, p.379-384, 2000.

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