

ANDRÉIA COLLI

CARACTERIZAÇÃO DA MADEIRA DE PARICÁ (*Schyzolobium amazonicum* Huber ex. Ducke) E PROPRIEDADES DE CHAPAS DE PARTÍCULAS AGLOMERADAS COM DIFERENTES PROPORÇÕES DE FIBRAS DE COCO (*Cocos nucifera* L.)

Dissertação apresentada à Universidade Federal de Viçosa, como parte das exigências do Programa de Pós-Graduação em Ciência Florestal, para obtenção do título de *Magister Scientiae*.

VIÇOSA
MINAS GERAIS - BRASIL

2007

**Ficha catalográfica preparada pela Seção de Catalogação e
Classificação da Biblioteca Central da UFV**

T

C699c
2007

Colli, Andréia, 1980-

Caracterização da madeira de Paricá
(*Schyzolobium amazonicum* Huber ex. Ducke) e propriedades
de chapas de partículas aglomeradas com diferentes proporções
de fibras de coco (*Cocos nucifera* L.) / Andréia Colli.

– Viçosa, MG , 2007.

x, 50f. : il. (algumas col.) ; 29cm.

Orientador: Benedito Rocha Vital.

Dissertação (mestrado) - Universidade Federal de Viçosa.

Referências bibliográficas: f. 46-50.

1. Madeira - Testes. 2. Paricá. 3. Fibras de coco. 4. Madeira
aglomerada. 5. *Schyzolobium amazonicum*. 6. *cocos nucifera*.
I. Universidade Federal de Viçosa. II.Título.

CDO adapt. CDD 22.ed. 634.9812

ANDRÉIA COLLI

CARACTERIZAÇÃO DA MADEIRA DE PARICÁ (*Schyzolobium amazonicum* Huber ex. Ducke) E PROPRIEDADES DE CHAPAS DE PARTÍCULAS AGLOMERADAS COM DIFERENTES PROPORÇÕES DE FIBRAS DE COCO (*Cocos nucifera* L.)

Dissertação apresentada à Universidade Federal de Viçosa, como parte das exigências do Programa de Pós-Graduação em Ciência Florestal, para obtenção do título de *Magister Scientiae*.

APROVADA: 25 de janeiro de 2007

Angélica de Cássia Oliveira Carneiro
(Co-Orientadora)

José de Castro Silva
(Co-Orientador)

Ricardo Marius Della Lucia

Ana Márcia M. Ladeira Carvalho

Prof. Benedito Rocha Vital
(Orientador)

“O mundo sorri para os perceptivos e ri dos desligados”

(autor desconhecido)

Aos meus pais Valdir e Fátima,
pelo amor, proteção, apoio e credibilidade.

As minhas irmãs,
por existirem em minha vida.

AGRADECIMENTOS

A Deus, pela vida, força e sabedoria;

À sociedade brasileira, por financiar meus estudos desde a infância;

À Universidade Federal de Viçosa, por possibilitar que eu realize o curso de pós-graduação em Ciência Florestal;

Ao CNPq, pela bolsa concedida;

Ao Centro de Pesquisa do Paricá (CPP) e aos Engenheiros Luciano Zaneti e Marco Antônio Silveira, pelo auxílio na obtenção da madeira de paricá e às empresas DEFLOR e Alba Química, pelo fornecimento da fibra de coco e do adesivo, respectivamente;

Ao Prof. Benedito Rocha Vital, pelos ensinamentos e orientação, acima de tudo, pelo carinho, acolhimento e confiança;

Aos professores de graduação em Engenharia Florestal da UFRRJ, principalmente, ao professor Alexandre Miguel do Nascimento, pelos preciosos conhecimentos e primeiros ensinamentos em pesquisa científica;

Aos professores e conselheiros que compuseram a banca examinadora desta tese, pela amizade, sabedoria e indispensável colaboração;

Aos funcionários do Departamento de Engenharia Florestal da UFV, principalmente Maninho e Paulo, que contribuíram para a realização desta pesquisa e para a conclusão do curso de mestrado;

Aos irmãos de orientador (orientados do professor Benedito), especialmente Graziela, Rafael e Pedro, pela força imprescindível na execução do experimento desta tese e pela eterna amizade e carinho;

A minha querida mãe, pelo amor, apoio e credibilidade, e ao meu pai, que, mesmo em memória, me protege e me dá razões para vencer;

As minhas irmãs amadas, por existirem;

Aos meus avós, Luzia e Aceli, aos meus sobrinhos, à tia Maria e toda minha família que acreditou em mim;

Ao amigo Alysson e sua família, pelo companheirismo e incentivo;

À amiga Karine, pela amizade incondicional, acolhimento e toda a cumplicidade; às eternas amigas: Daniela, Rejane e Raquel, por tantas alegrias; aos amigos de graduação: Raimundo, Daian e Gustavo; às amigas feitas em Viçosa: Cristiane, Alice e Marília, por tornarem minha passagem pela cidade mais alegre; aos atuais amigos de trabalho: Lucas, Fabrício, Marco Túlio e Wyllian, por tornarem minha vida em Governador Valadares mais alegre e tranqüila para conclusão desta dissertação e a todos os colegas de trabalho, especialmente, ao meu superintendente, Alexandre Magrineli dos Reis, pelo apoio;

A todos que participaram desta jornada, compartilho esta vitória.

BIOGRAFIA

Andréia Colli, filha de Valdir Antônio Colli e Maria de Fátima Muruci Colli, é natural de Cachoeiro de Itapemirim, ES; nasceu no dia 1 de abril de 1980.

Em 1997, concluiu o ensino médio técnico na Escola Agrotécnica Federal de Alegre, no município de Alegre, ES.

Em 2000, ingressou no curso de Engenharia Florestal da Universidade Federal Rural do Rio de Janeiro (UFRRJ), no município de Seropédica, RJ, onde foi bolsista de Iniciação Científica pelo CNPq, por dois anos, realizando pesquisas na área de tecnologia de madeira, graduando-se no ano de 2005.

Em agosto de 2005, iniciou o Programa de Pós-Graduação em Ciência Florestal, em nível de mestrado, na Universidade Federal de Viçosa (UFV), submetendo-se à defesa de tese no dia 25 de janeiro de 2007.

Atualmente, é funcionária concursada pelo Instituto Estadual de Florestas no Estado de Minas Gerais, sendo lotada na Superintendência Regional de Meio Ambiente e Desenvolvimento Sustentável do Leste Mineiro, em Governador Valadares, MG.

SUMÁRIO

RESUMO	ix
ABSTRACT	x
1. INTRODUÇÃO	1
2. REVISÃO BIBLIOGRÁFICA.....	4
2.1. Chapa de madeira aglomerada	4
2.1.1. Matéria-prima	7
2.1.2. Acabamentos e usos.....	8
2.2. Paricá (<i>Schyzolobium amazonicum</i> Huber ex. Ducke)	8
2.2.1. Descrição da espécie	9
2.2.2. Usos	11
2.3. Fibra de coco (<i>Cocos nucifera</i> L.)	12
3. MATERIAL E MÉTODOS.....	17
3.1. Coleta e manufatura do material	17
3.2. Caracterização da madeira	18
3.3. pH e capacidade tampão da madeira de paricá e fibra de coco	19
3.4. Propriedades do adesivo de uréia-formaldeído	19
3.5. Chapas de madeira aglomerada	19
3.6. Análise estatística dos dados	22
4. RESULTADOS E DISCUSSÃO.....	23
4.1. Propriedades da madeira de paricá	23
4.1.1. Teor de umidade de saturação.....	23
4.1.2. Teor de umidade de equilíbrio	26
4.1.3. Massa específica	26
4.1.3.1. Massa específica básica	26
4.1.3.2. Massa específica aparente	27
4.1.4. Retratibilidade	30
4.1.5. Inchamento	32
4.1.6. Variação volumétrica	34
4.2. pH e capacidade tampão da madeira de paricá e fibras de coco	35

4.3. Propriedades das chapas de madeira aglomerada	36
4.3.1. Propriedades físicas	36
4.3.1.1. Teor de umidade	36
4.3.1.2. Massa específica	36
4.3.1.3. Expansão linear	37
4.3.1.4. Inchamento em espessura e absorção em água das Chapas	38
4.3.2. Propriedades mecânicas	40
4.3.2.1. Resistência à flexão estática	40
4.3.2.2. Resistência à tração perpendicular	42
4.3.2.3. Resistência ao arrancamento de parafuso	43
4.3.2.4. Dureza Janka	43
5. CONCLUSÕES	45
6. REFERÊNCIAS BIBLIOGRÁFICAS	46

RESUMO

COLLI, Andréia, M.S., Universidade Federal de Viçosa, Janeiro de 2007.
Caracterização da madeira de paricá (*Schyzolobium amazonicum* Huber ex. Ducke) e propriedades de chapas de partículas aglomeradas com diferentes proporções de fibras de coco (*Cocos nucifera* L.).
Orientador: Benedito Rocha Vital. Co-Orientadores: José de Castro Silva e Angélica de Cássia Oliveira Carneiro.

Este trabalho teve como objetivo caracterizar a madeira de paricá (*Schyzolobium amazonicum* Huber ex. Ducke), de diferentes idades (5, 7, 9 e 11 anos), avaliando a variabilidade longitudinal (sentido base-topo) e radial (sentido medula-casca). Foram determinados teor de umidade de saturação, massa específica e estabilidade dimensional, além do pH e capacidade tampão da madeira. Diferentes proporções de fibras de coco (*Cocos nucifera* L.) foram adicionadas às partículas dessa madeira, na composição de uma mistura para fabricação de chapas do tipo aglomerado, contendo 6 e 8% de adesivo, à base de uréia-formaldeído. Foram realizados ensaios físicos e mecânicos das chapas. Concluiu-se que o paricá é uma madeira leve, de baixa densidade (280 Kg/m³). Verificou-se um aumento na massa específica, retração e inchamento e uma redução no teor de umidade de saturação com a idade das árvores. No sentido radial, verificaram-se maiores valores de massa específica na madeira próxima da casca; observaram-se maiores valores de retratibilidade,

inchamento e variação volumétrica na madeira mais próxima da medula. Nas posições mais elevadas no tronco, observou-se menor valor de massa específica, retratibilidade e inchamento na direção radial; na direção tangencial, observaram maiores valores de retratibilidade e inchamento. O pH da madeira e das fibras de coco apresentou baixa capacidade tampão. As chapas foram fabricadas com massa específica de 360 Kg/m^3 . A adição de fibras de coco não influenciou nas propriedades físicas das chapas, porém, aumentou a sua resistência. A adição de 8% de adesivo melhorou todas as propriedades.

ABSTRACT

COLLI, Andréia, M.S., Universidade Federal de Viçosa, January of 2007.
Characterization of paricá wood (*Schyzolobium amazonicum* Huber. Former Ducke) and particleboards properties containing different proportions of coconut fibers (*Cocos nucifera* L.). Adviser: Benedito Vital Rocha. Co-Advisers: José de Castro Silva and Angélica de Cássia Oliveira Carneiro.

This research had as objective to determinate the saturation moisture content, specific mass and dimensional stability of the paricá wood (*Schyzolobium amazonicum* Huber. former Ducke) at tree ages of 5, 7, 9 and 11 years, as affected by radial and longitudinal positions in the trunk as well as wood pH and buffering capacity. Was also determined the properties of particleboards manufactured with particles of paricá wood and increasing proportions of coconut fibers (*Coconuts nucifera* L.). Boards were fabricated with 6 or 8% of urea-formaldehyde adhesive. It was observed that the paricá is a low density wood (280 Kg/m^3). As the age increased was observed reduction in the saturation moisture contend, increase in the specific mass, retraction and swelling. In the radial direction wood close of the bark presents larger density while the wood close to the pith had larger retraction, swelling and volumetric variation. At higher positions in the trees it was observed smaller density, retraction and swelling in the radial direction and larger retraction and swelling

in the tangential direction. The pH of the wood was of 4,88 and of the fibers of coconut 5,7, both with low capacity lid. Particleboard mean density was equal to 360Kg/m³. The addition of coconut fibers didn't influence boards' physical properties. However it increased its mechanical properties. The addition of 8% of adhesive improved all board properties.

1. INTRODUÇÃO

O atual quadro de escassez de matéria-prima madeireira é reflexo do grande crescimento populacional e de uma utilização indiscriminada dos recursos florestais como se estes fossem inesgotáveis. No Brasil tal quadro agravou-se devido às restrições legais e ambientais, bem como às crescentes dificuldades de extração de madeira oriunda de matas nativas, hoje totalmente delimitadas à Região Amazônica.

Os madeireiros e os usuários de madeira já perceberam que as reservas de florestas nativas tornaram-se alvo de preocupação e discussão, em nível mundial, e que as pressões serão muito grandes. As condições de uso serão cada vez mais limitadas e controladas, obrigando o setor florestal repensar e redirecionar as suas ações no sentido da sustentabilidade. Urge, portanto, que os empresários reflorestem rápido e intensamente para que a indústria madeireira, não tenha, dentro de pouco tempo, problemas por falta de matéria-prima. Por esta razão, muitas indústrias madeireiras da Região Amazônica estão investindo em plantios, homogêneos ou consorciados, com espécies de rápido crescimento e elevado valor comercial.

Dentre as inúmeras espécies de grande importância econômica na Amazônia, destaca-se o paricá (*Schyzolobium amazonicum* Huber ex. Ducke). Segundo Souza et al. (2005), a madeira é macia, leve, com textura grossa, grã direita e irregular, cerne creme-avermelhado e alburno creme-claro. Apresenta

processamento fácil, mas possui baixa durabilidade natural. Devido à baixa massa específica da madeira, o paricá apresenta bom potencial como matéria-prima para confecção de chapas de madeira aglomerada.

Segundo Brito et al. (2004), as chapas de partículas vêm apresentando as maiores taxas de crescimento de produção, dentre os produtos à base de madeira, em função da diversidade de produtos disponíveis e da flexibilidade de aplicação para os mais variados fins. Os processos, a matéria-prima, utilizada em várias formas e geometrias, bem como os aditivos, conferem uma variação bastante ampla às propriedades do produto acabado.

Em princípio, todo e qualquer material lignocelulósico pode ser utilizado como matéria-prima para a fabricação de chapas de partículas, havendo alternativas de outros materiais com potencialidade para ser associado à madeira. Silva (2006) menciona outras matérias-primas, como o bagaço de cana, papiro, palha de cereais, talos de algodão, linho, bambu, papel e casca de coco.

Segundo Licda e Licda (2006), o coqueiro (*Cocos nucifera* L.) é uma planta tropical de muita utilidade, apresentando vários produtos de alto valor comercial. Mediante processos industriais, seus produtos e subprodutos são de amplo uso em vários segmentos. No Brasil, as iniciativas de aproveitamento das cascas de coco verde são tímidas, mesmo sendo consideradas matérias-primas com alta viabilidade de aproveitamento. Segundo Passos (2005), as cascas de coco são costumeiramente destinadas aos aterros e vazadouros, sendo potencial emissoras de metano, como toda matéria orgânica. Embora seja tratada como resíduo, é um material que produz uma fibra com características peculiares, podendo ser usada na formulação de compósitos de grande valor industrial.

Mundialmente se observa uma corrente ambientalista, buscando a preservação do meio ambiente, o uso sustentável dos recursos naturais e o uso de materiais biodegradáveis alternativos. Toda a sociedade está mobilizada no sentido de se encontrar novas matérias-primas para atender os vários segmentos industriais, resguardando a sobrevivência da vida humana e dos componentes naturais. As fibras naturais possuem baixa massa específica e melhora as propriedades dos materiais, como sua perspirabilidade. Por isso,

a sua utilização como material de reforço em compósitos vem sendo cada vez mais pesquisada como alternativa às matérias-primas tradicionais (Souza, 1999).

O objetivo desta dissertação foi caracterizar a madeira de Paricá (*Schyzolobium amazonicum* Huber ex. Ducke), quanto às suas propriedades físicas, assim como, determinar as propriedades físicas e mecânicas das chapas de partículas aglomeradas com madeira de Paricá e fibras de coco (*Cocos nucifera* L.) em diferentes proporções e teores de adesivo, à base de uréia-formaldeído.

2. REVISÃO BIBLIOGRÁFICA

2.1. Chapas de Madeira Aglomerada

De acordo com Zenid et al. (2004), os produtos derivados de madeira, utilizados no mercado, variam desde peças com pouco ou nenhum processamento, como as peças de madeira roliça, até aquelas com vários graus de beneficiamento, como madeira serrada e beneficiada, madeira tratada com produtos preservativos, lâminas e painéis de madeira. Segundo os autores, os painéis de madeira surgiram da necessidade de amenizar as variações dimensionais da madeira maciça, diminuir seu peso e custo, bem como conservar as propriedades isolantes, térmicas e acústicas. Adicionalmente, suprem uma necessidade reconhecida no uso da madeira serrada e ampliam a sua superfície útil, através da expansão de uma de suas dimensões (largura), otimizando a sua aplicação.

Os produtos derivados de madeira são propostas interessantes na ampliação dos materiais a serem empregados na indústria da construção civil, moveleira e outras. O Brasil apresenta condições favoráveis para se tornar um importante produtor mundial de painéis de madeira, porque possui tecnologia que possibilita o uso de resíduos de processamento da madeira. A produção de painéis à base de madeira é de relevância para a economia, pois possibilita geração de divisas e empregos. Para que haja desenvolvimento é preciso

investir em tecnologias voltadas para a produção de painéis derivados de madeira (Campos e Lahr, 2005).

Segundo Silva (2006), atualmente, o setor florestal brasileiro é responsável por cerca de 6,7 milhões de empregos diretos e indiretos, sendo 550 mil empregos apenas nas plantações. O setor contribuiu, em 2005, com US\$ 4,5 bilhões em impostos e participou com um faturamento de US\$ 27,6 bilhões, correspondendo a 4,6 % na composição do PIB nacional. Nesse ano, as exportações brasileiras, diretamente ligadas ao setor florestal, atingiram US\$ 6,5 bilhões, correspondendo a 10% das exportações totais do Brasil. Não obstante possuir o maior estoque de madeira tropical do mundo, solos e clima favoráveis, além da disponibilidade de terra e mão-de-obra, a participação brasileira no mercado mundial tem sido muito modesta. Em 2005, o comércio internacional de produtos florestais foi de US\$ 151 bilhões e a participação brasileira foi de apenas 2,1%. O Quadro 1 apresenta a participação de cada segmento industrial de base florestal.

Quadro 1 - Participação dos segmentos industriais de base florestal no Brasil (2005).

Produto	Un	Produção (1000)	Floresta plantada (%)	Floresta nativa (%)
.Carvão vegetal	mdc	34.500	73	27
. Celulose	ton	9.069	100	-
. Papel	ton	7.916	100	-
. Serrados	m ³	23.090	51	49
. Compensados	m ³	2.010	48	52
. Painéis	m ³	3.300	100	-
. Portas	un	6.300	70	30
. Pisos	m ³	23	55	45
. Outros	m ³	450	100	-

Fonte: BRACELPA, AMS, ABIPA, ABIMCI, STCP.

A indústria de chapas de partículas teve sua origem na Alemanha, desenvolvendo-se após a Segunda Guerra Mundial. Na década de 1950, ocorreu a grande expansão desta indústria nos Estados Unidos e, a partir daí, no resto do mundo. Atualmente, os principais países produtores de chapas aglomeradas são os Estados Unidos, com 25% da produção mundial, seguidos pela Alemanha e Canadá, com 12%. No Brasil, as chapas de partículas foram introduzidas no mercado consumidor em 1966, pela indústria Placas do Paraná

(Oliveira e Vital, 2005). Segundo o BNDES, citado pelos referidos autores, em 1998, a produção de chapas de madeira aglomerada no Brasil foi de 1,313 milhão de metros cúbicos e, em 2002, esse valor chegou ao patamar de 2 milhões de metros cúbicos, o que correspondeu a uma taxa de crescimento de 13% ao ano e, a partir daí um crescimento de 10% ao ano até 2005. As nove empresas fabricantes de aglomerado produziram aproximadamente 1,7 milhão de metros cúbicos de chapa aglomerada no ano de 2005, o que corresponde a cerca de 2% da produção mundial, colocando o Brasil como nono maior produtor mundial.

As indústrias de processamento das chapas aglomeradas no Brasil atuam em sintonia com as tendências mundiais, possuem rígidas exigências em relação às propriedades da madeira, tamanho e qualidade da matéria-prima e apresentam parâmetros de qualidade similares aos fabricantes dos países do Primeiro Mundo (Nakamura e Sobral Filho, 1982).

A chapa de madeira aglomerada ou chapa de partículas de madeira, segundo a ABNT (NBR 14810-1), 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 produzir produtos adequados aos usos finais específicos. Durante o processo de fabricação, podem, ainda, ser incorporados aditivos para prover os painéis de características especiais. Segundo Brito et al. (2004), dentre os produtos à base de madeira, as chapas de partículas vem apresentando as maiores taxas de crescimento de produção, em função da gama de produtos disponíveis e flexibilidade na aplicação para os mais variados fins. Os processos, a matéria-prima utilizada em várias formas e geometrias, e os aditivos, configuram uma variação bastante ampla nas propriedades do produto acabado.

Segundo Fontes (2006), as chapas de madeira aglomerada apresentam inúmeras vantagens, como densidade igual ou maior à da madeira, matéria-prima homogênea, oriunda de madeira de reflorestamento, isenção de nós e imperfeições da madeira, isenção de rachaduras e deformações, aumentando a resistência, custo mais reduzido e resistência maior às pragas (cupins e

brocas). Como desvantagens, destacam-se as superfícies e bordas grosseiras, baixa usinabilidade (pode esfarelar com o uso de dobradiças e parafusos inadequados, além de não aceitar pregos) e baixa resistência à umidade.

Segundo Lopes e Garcia (2005) a fabricação das chapas exige alguns requisitos básicos. Dentre eles, destacam-se:

a) Preparação das partículas. O teor de umidade deve estar na faixa de 3%;

b) Adesivo – o tipo de adesivo deve ser selecionado de acordo com a exigência do produto final. As propriedades físicas e químicas do adesivo são viscosidade, valor de pH, teor de sólidos, temperatura mínima de formação de filme, presença de solventes, de plastificantes, e extensores;

c) Processo de colagem – no processo devem ser definidas as principais fontes de variação e controle de qualidade, destacando-se a quantidade de adesivo, tempo de trabalho e a temperatura na prensagem;

d) Taxa de compactação/pressão.

2.1.1. Matéria-prima

Em princípio, todo e qualquer material lignocelulósico pode ser utilizado como compósito para produção de chapas de partículas. A madeira é a principal fonte de matéria-prima utilizada em todo o mundo. Novas tendências tendem a buscar outras matérias-primas e tecnologias para produtos diversificados. Muitos materiais têm sido testados, com potencialidade de serem associados à madeira, mas encontram restrições quanto à baixa disponibilidade ou à viabilidade econômica.

Maciel et al. (2005) fabricaram painéis de madeira aglomerada, utilizando madeira e plástico, obtendo bons resultados. Oliveira e Vital (2005) determinaram as propriedades de compósitos fabricados com partículas de madeira de eucalipto, poliestireno (ps) e polietileno tereftalato (pet) e concluíram que, sob um enfoque ambiental, a reciclagem dos resíduos plásticos, pós-consumo, na produção de compósitos é uma alternativa para se reduzir essa fonte de poluição, além de produzir chapas com propriedades superiores aos valores mínimos estabelecidos pela Norma da ABNT (NBR 14810-1).

Outra alternativa para mistura de partículas de madeiras com outro material é a adição de fibras de coco, oriundas da casca do fruto (mesocarpo). Comprovadamente, a casca se comporta como um resíduo com características peculiares, que pode ser usada na formulação de compósitos. Passos (2005) avaliou o uso de fibras adicionadas à madeira na fabricação de chapas de partículas e concluiu que o desempenho dos compósitos nos testes físicos e mecânicos foi promissor. Concluiu, ainda, que, na composição final da chapa, o percentual de fibras utilizado correspondeu à economia de madeira.

2.1.2. Acabamentos e Usos

No mercado, as chapas aglomeradas são encontradas na sua aparência natural ou revestidas. O revestimento pode ser feito com laminados naturais de madeira (faqueados), com película celulósica do tipo Finish-Foil (FF), em padrões madeirados, unicolores ou fantasias, ou ainda, revestidas com laminado melamínico de baixa pressão (BP); por efeito de prensagem a quente, funde-se o laminado à madeira aglomerada, formando um corpo único e inseparável (Zenid et al., 2004). De acordo com Aguiar (2006), os laminados aplicados às chapas aglomeradas têm as funções de decorar e proteger. Aplicados como revestimentos, apresentam cores e padrões variados, imitando a madeira e até o mármore.

Segundo Zenid et al. (2004) as chapas de madeira aglomerada são estáveis, podendo ser cortadas em qualquer direção, o que permite o seu maior aproveitamento. São amplamente usadas na indústria de móveis, construção civil, embalagens, entre outros. Na indústria de móveis, são as matérias-primas mais utilizadas, podendo ser usadas na fabricação de dormitórios, cozinhas, estantes, móveis de sala, móveis de escritório, móveis infantis, pisos, revestimento de interiores, brinquedos etc. (Silva, 2006).

2.2. Paricá (*Schyzolobium amazonicum* Huber ex. Ducke)

A Região Amazônica apresenta inúmeras espécies nativas de grande importância econômica para o segmento industrial, de interesse para os mercados interno e externo. Para garantia de abastecimento continuado e face

à grande demanda, algumas espécies já estão sendo utilizadas intensivamente em programas de reflorestamento, especialmente naquelas áreas em fase de recuperação. Dentre as espécies que estão sendo utilizadas, destaca-se o paricá (*Schyzolobium amazonicum* Huber ex. Ducke), que vem despertando interesse também dos produtores rurais, devido ao crescimento rápido, principalmente nos primeiros anos de vida, resistência ao ataque de pragas e doenças e, ainda, pelo valor comercial da madeira (Linhares, 2000). Segundo Galeão (2000), cerca de 38% dos projetos de reposição florestal da região tem utilizado paricá, devido à facilidade de aquisição de sementes e ao rápido crescimento e estabelecimento no campo.

2.2.1. Descrição da Espécie

A espécie *Schyzolobium amazonicum* Huber ex. Ducke, vulgarmente conhecida na Região Amazônica como paricá, bandarria ou guapuruvu-da-Amazônia, pertence à família Leguminosae – Caesalpinoideae. De acordo com Souza et al. (2005), ocorre naturalmente em toda a Região Amazônica, envolvendo as partes brasileira, venezuelana, colombiana, peruana e boliviana. No Brasil, é encontrado nos estados do Amazonas, Pará, Mato Grosso e Rondônia, na mata primária e secundária de terra firme e várzea alta, em solos argilosos e altitudes de até 800 metros. A árvore é de grande porte e assemelha-se bastante ao *Schyzolobium parahyba* (Vell.) Blake, conhecida popularmente como guapuruvu, principalmente no que se refere ao crescimento e ao emprego de sua madeira (Carvalho, 1994).

Conforme Carvalho e Viégas (2004), no final da década de 1990, a expansão de área com reflorestamentos de paricá chegou a milhares de hectares. Devido ao seu rápido desenvolvimento em altura e diâmetro, o paricá está sendo incluído na seleção de espécies de leguminosas para os consórcios agroflorestais na Amazônia.

Nos estados da Região Amazônica, o paricá é uma das espécies que obteve melhor desempenho, sendo considerada muito promissora para projetos de reflorestamento. Para o estado de Roraima, o paricá e o *Eucalyptus urograndis* (híbrido das espécies *E. grandis* e *E. urophilla*) têm apresentado, até o momento, excelente crescimento, com incremento médio anual de 32,6

m³/ha/ano, aos cinco anos de idade (Tonini, 2006). Tonini et al. (2006), selecionando equações para o crescimento do paricá, no estado de Roraima, observaram um incremento médio anual em diâmetro e volume comercial de 3,3 cm e 31,3 m³/ha/ano, respectivamente, considerados muito promissores para a região. Terezo (2005) encontrou uma produtividade variando de 13 a 25 m³/ha/ano.

Estudando a ecologia reprodutiva de duas espécies na Amazônia, Venturieri (2000) concluiu que o paricá é uma árvore com grande potencial para silvicultura. Seu crescimento é rápido, cuja madeira é de cor clara e de excelente qualidade para a indústria de movelaria e de compensados. Devido a estas características naturais e à forte pressão legal, que obriga as empresas madeireiras na Amazônia a reflorestar as áreas exploradas, esta espécie vem se constituindo dentre as mais promissoras para a silvicultura daquela região.

Seu tronco é alto e liso, a casca é cinzenta, de tonalidade bastante clara. A espécie pode alcançar de 20 a 30 metros de altura e até um metro de diâmetro. A copa forma uma abóbada perfeita, mas não impede o crescimento de vegetação de sub-bosque (Lima et al., 2003). A árvore do paricá, segundo Souza et al. (2005), pode alcançar de 15 a 40 metros de altura e 50 a 100 centímetros de DAP; seu tronco cilíndrico e reto pode apresentar sapopemas.

De acordo com Matsubara (2003), o paricá apresenta tronco geralmente cilíndrico, revestido por grossa casca, com ritidoma liso ou granular, de cor cinza-esverdeada a quase negra. Suas folhas são compostas, de filotaxia alterna, podendo alcançar mais de um metro de comprimento. A madeira é muito leve, apresentando massa específica aparente anidra (0% de umidade) média de 0,39 g/cm³; a massa específica aparente a 12% de umidade é de 0,42 g/cm³ e a massa específica básica média é de 0,36 g/cm³; o gosto e o cheiro são indistintos; é de fácil trabalhabilidade.

Conforme Souza et al. (2005), a madeira é macia, leve, com textura grossa, grã direita e irregular, cerne creme-avermelhado e alborno creme-claro. Apresenta processamento fácil e recebe bom acabamento, mas possui baixa durabilidade natural.

Melo et al. (1989) observaram que a madeira de paricá apresenta fácil trabalhabilidade, textura média (diâmetro dos poros de 110 a 100 µm) e grã entrecruzada. Constataram, ainda, a inexistência de informações sobre a

durabilidade natural da madeira, em relação à resistência ao ataque de fungos e insetos, indicando a necessidade de utilização de tratamentos preservativos experimentais da madeira. O Quadro 2 apresenta as propriedades mecânicas da madeira de paricá (Quadro 2).

Quadro 2 - Propriedades mecânicas da madeira do paricá.

Condições	Flexão estática		Tração
	Ruptura (kgf/cm ²)	Elasticidade (1000 kgf/cm ²)	Perpendicular às fibras (kgf/cm ²)
Verde	543	93	34
Seca	563	82	27
	Compressão (kgf/cm ²)		Cisalhamento (kgf/cm ²)
	Paralela às fibras	Perpendicular às fibras	Máxima resistência
Verde	236	44	74
Seca	347	46	111
	Dureza Janka (kgf/cm ²)		
	Paralela	Transversal	
Verde	387	331	
Seca	466	274	

Fonte: Melo et al., 1989;

Nota: verde = madeira saturada; seca = madeira seca ao ar, com 12% de umidade

Jesus (2004), avaliando as características anatômicas e físicas da madeira de paricá, plantada em diferentes espaçamentos e condições ambientais no município de Aurora do Pará, verificou que o espaçamento não influenciou significativamente nas características anatômicas da madeira; contudo, a massa específica básica e a contração longitudinal sofreram influências do espaçamento.

2.2.2. Usos

Conforme Souza et al. (2005) a madeira de paricá é empregada na fabricação de palitos de fósforo, brinquedos, maquetes, embalagens leves, canoas, forros, miolo de painéis e portas, formas de concreto, laminados, compensados. Para Le Cointe (1947), a massa específica da madeira do paricá é baixa (0,30 g/cm³), de coloração branca, sendo indicada para a construção de forros, fabricação de palitos e canoas. Produz celulose de boa qualidade e de fácil branqueamento, permitindo a fabricação de papel branqueado com excelente resistência (Pereira et al., 1982).

De acordo com Carvalho (1994) a madeira dessa espécie é bastante utilizada na produção de lâminas para compensados. Segundo informações obtidas junto às principais empresas produtoras de compensado, localizadas na região de Dom Eliseu, no estado do Pará, a madeira do paricá permite uma redução significativa nos custos de produção do compensado, pois reduz extremamente as despesas de colheita e transporte, pela homogeneidade e boa localização dos reflorestamentos e pela redução dos custos durante a industrialização da madeira. As empresas que produzem compensado com madeira de paricá conseguem lançar seu produto nos mercados externo e interno a um custo reduzido, quando comparado com outras empresas que usam espécies nativas diferentes do paricá. Tal fato tem estimulado várias empresas a buscar alternativas de redução dos custos de produção, utilizando madeira oriunda de reflorestamento com espécies nativas.

A árvore é indicada para plantios comerciais, sistemas agroflorestais e reflorestamento de áreas degradadas; devido ao seu rápido crescimento e bom desempenho vem sendo utilizada em plantios homogêneos e em consórcios. Por sua arquitetura e floração vistosa, pode ser empregada em projetos de arborização de praças e jardins amplos. A casca pode servir para curtume e as folhas são usadas como febrífugo por algumas etnias indígenas.

2.3. Fibra de coco (*Cocos nucifera* L.)

Cocos nucifera L. é uma espécie da família Palmae (Arecaceae), popularmente denominada de coco, coco-da-baía, coqueiro-da-baía ou coqueiro. É uma palmeira que pode atingir de 10 a 20 metros, excepcionalmente, 30 metros, de altura, com estipe (tronco) de 20 a 30 centímetros de diâmetro (Lorenzi, 2002).

Segundo Gomes (1992), a espécie apresenta grande dispersão por todo o mundo, mas ainda não foi encontrado o coqueiro em condição nativa; apesar de todos os esforços, não se sabe o país ou a região de sua procedência. Existem diversas teorias sobre a origem do coqueiro. Conforme Lorenzi (2002), discute-se a verdadeira origem dessa espécie, uma vez que não ocorre somente no Brasil. A hipótese mais aceita é que o coqueiro se originou no

Sudeste Asiático, principalmente nas ilhas dos oceanos Índico e Pacífico. Desta região, foi levado para a Índia e, em seguida, para o leste africano, e daí, para as Américas e toda a região tropical do globo (Aragão et al., 2006).

Os principais países produtores de coco são Filipinas, Indonésia, Índia e Ceilão, concentrando-se, no Extremo Oriente, cerca de 82% da produção mundial (Souza, 1968). Segundo Santana et al. (1975) a ocorrência dos plantios está concentrada, principalmente, em grande parte do litoral continental e das ilhas das regiões tropicais, podendo ser encontrado, também, em menor escala, nas regiões subtropicais; embora se desenvolva nas mais variadas condições edáficas, parece ter seu habitat preferencial nos solos arenosos do litoral. Bondar (1955) afirma que o coqueiro frutifica bem na praia, pois, na areia do mar há grande concentração de carbonato e fosfato de cálcio, proveniente de conchas quebradas. No interior da Bahia, comprovou-se que o coqueiro frutifica muito bem nas altitudes adequadas e nos solos ricos em cálcio, tão bem como na praia.

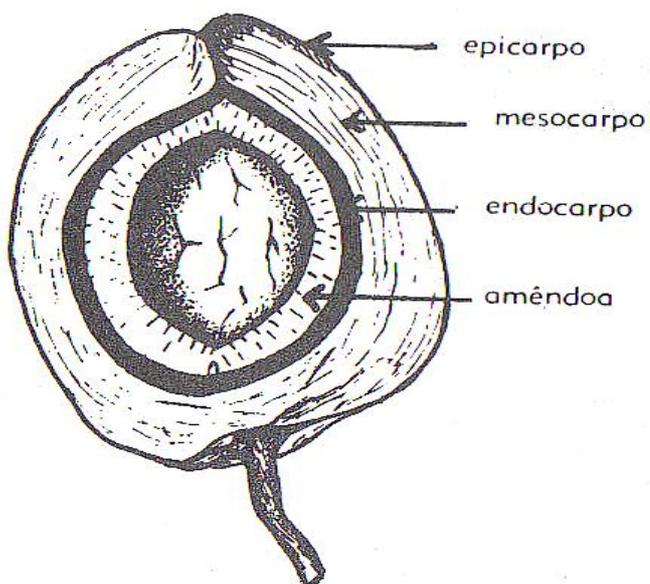
No Brasil, o coqueiro foi introduzido pelos portugueses, em 1553, no litoral baiano, originando a sua denominação de coqueiro-da-baía. Em grande parte do país, chamam-no de coqueiro-da-praia. Gabriel Soares de Souza em seu "Tratado Descritivo do Brasil", em 1587, foi quem primeiro se referiu ao coqueiro, no Brasil (Gomes, 1992). A introdução do coqueiro e sua adaptação aos solos arenosos, na costa brasileira, permitiram o surgimento de uma classe produtora, ocupando um ecossistema com poucas possibilidades de outras explorações comerciais, cuja cadeia produtiva é muito diversificada e de grande significado social (Siqueira et al., 2002). De acordo com Aragão et al. (2006), atualmente, 94% da produção de coco no Brasil são provenientes do Nordeste, região onde se concentram as principais agroindústrias de coco do país e garante a sobrevivência de um imenso contingente de pessoas.

Segundo Licda e Licda (2006), o coqueiro desempenha um papel importante na sustentabilidade dos ecossistemas frágeis das ilhas e regiões costeiras do mundo tropical, devido ao seu crescimento e desenvolvimento em ambientes com alta salinidade, secos, dotados de solos com baixa fertilidade natural e em atóis, onde poucas plantas são capazes de sobreviver. Tem uma importância social muito grande pelos empregos que gera, sendo que atualmente 96% da produção mundial de coco, são provenientes de

propriedades com 1,0 a 5,0 hectares, envolvendo aproximadamente 50 milhões de pessoas; no Brasil, são mais de 500 mil pessoas. O coqueiro é a palmeira de maior importância sócio-econômica das regiões intertropicais do globo terrestre, pela magnitude dos produtos obtidos das diferentes partes da planta. A riqueza proporcionada pelo coqueiro é medida pela enorme variedade de seus produtos. Há uma gama muito grande de produtos e subprodutos, de alto valor comercial, extraídos do coqueiro.

Para Siqueira et al.(2006) a sua importância, na grande maioria dos países, se deve à produção de óleo, como geradora de divisas e subsistência para os pequenos agricultores, fornecendo alimento, bebidas, combustíveis, ração para animais e abrigo. Da casca do fruto se extrai a fibra, que é empregada na fabricação de estofamento de veículos, enchimento de colchões, tapeçaria, cordoaria e fábrica de pincéis. De acordo com Lorenzi (2002), a fibra do fruto é utilizada na confecção de cordas, tapetes, redes, vassouras e escovas. Segundo Parrotta (1993), as fibras de coco são usadas na fabricação de esteiras, colchões, cordas, almofadas, brochas, escovas e bolsas.

As fibras do fruto do coco são originadas do mesocarpo (Figura 1), onde se encontra o cairo, fibra de largo aproveitamento industrial. O mesocarpo constitui, em média, 30 a 38% do fruto (Bondar, 1955).



Fonte: Gomes (1992).

Figura 1 - Corte frontal do fruto de um coco (*Cocos nucifera* L.).

O cairo (fibras) é muito resistente à ação da água salgada. É muito elástico, pois chega a estirar até 25% de seu próprio comprimento, sem se romper. É áspero, duro e colorido, sendo um material muito empregado na fabricação de escovas, capachos, passadeiras etc. A fibra apresenta características peculiares, podendo ser usada na formulação de compósitos de grande valor ambiental, como os bioplásticos ou fornecimento de matéria-prima para obtenção de resinas naturais. Os cocos mais compridos e imaturos, em geral, proporcionam uma maior qualidade do cairo (Gomes, 1992). A preparação do cairo consta de seis operações, envolvendo o curtimento, pressão, cardagem, limpeza, classificação e enfardamento.

Galvão (2004) utilizou a fibra de coco-anão (*Cocos nucifera* L.) como substrato para o desenvolvimento de mudas de alface. Observou que o material apresentou facilidade de manejo, elevada capacidade de retenção de umidade, elevada relação carbono/nitrogênio e condutividade elétrica.

Pela necessidade crescente de se preservar o meio ambiente, muitos estudos têm sido feitos com a preocupação de se encontrar materiais biodegradáveis, oriundo de uma fonte renovável e que sejam aplicáveis comercialmente. As fibras naturais, por apresentarem tais características, além da baixa densidade e melhoria nas propriedades dos materiais, como sua perspirabilidade, ou seja, a capacidade que a fibra de coco possui de absorver água em um ambiente úmido e perdê-la novamente em ambiente seco, leva ao interesse de sua utilização, por exemplo, em bancos automotivos e material de reforço em compósitos (Souza, 1999). Devido ao alto teor de lignina, quando comparadas com outras fibras vegetais, as fibras de coco têm sido utilizadas em vários compósitos com matrizes poliméricas. Passos (2005) avaliou o aproveitamento das cascas de coco verde, efetuando a incorporação das fibras em matriz de papel reciclado para a produção de compósito; após a impermeabilização com cimento asfáltico denominou o material de “telha ecológica” e usou as fibras em chapas de partículas, com substituição parcial da madeira. Segundo o autor, a performance dos compósitos nos testes foi promissora, com resultados interessantes em projetos sociais, integrando as comunidades e as fábricas de compósitos.

Silva (1997) obteve resultados satisfatórios ao utilizar fibra de coco (*Cocos nucifera* L.) na composição de um material destinado à absorção

acústica, como alternativa às fibras sintéticas e de madeira. Munaro (2004) produziu painéis para isolamento térmico com pasta de papel jornal e feixes de coco (*Cocos nucifera* L.). Os ensaios térmicos realizados demonstraram que a inclusão de feixes de fibras de coco na composição do painel resultou na maior eficiência do material como isolante térmico.

Wiedman (2002) utilizou fibras de coco e resinas de origem vegetal para produção de componentes do mobiliário e telhas de cobertura para construção civil; concluiu que estes compósitos podem substituir materiais convencionais, como aglomerados e laminados de madeira, apresentando vantagens, como resistência à umidade, resistência ao ataque de cupins e maior elasticidade, além de ser moldável, estrutural e isolante térmico. Silva (1999) analisou as propriedades mecânicas e térmicas de tijolo solo-cimento com e sem adição do pó da fibra de coco (*Cocos nucifera* L.), em teores que variaram de 4 a 6%. Toledo Filho (1997) estudou as propriedades físicas e mecânicas de argamassas de cimento reforçadas com fibras de coco e sisal e concluiu que os resultados foram satisfatórios. Santos (2002) analisou as propriedades térmicas e mecânicas de materiais reciclados e concluiu que os materiais feitos à base de poli tereftalato de etileno (PET) pós-consumo e cargas de coco, apresentaram melhores resultados do que aqueles obtidos com PET e fibras de vidro. Brito et al. (2004) avaliaram a eficiência da utilização de fibra de *Cocos nucifera* em combinação com partículas de *Pinus elliottii*, em diferentes proporções, bem como o efeito de diferentes teores de adesivo uréia-formaldeído para produzir chapas de partículas. Os autores concluíram que as fibras de coco mostraram potencial para serem incorporadas à fabricação de chapas de partículas.

No Brasil, mesmo com todo o potencial de aproveitamento já comprovado, existem poucas ações que visem a sua utilização industrial, em larga escala. Nas cidades litorâneas, principalmente, onde é mais intenso o consumo de coco verde, as cascas são tratadas como resíduos e são correntemente destinadas aos aterros e vazadouros.

3. MATERIAL E MÉTODOS

3.1. Matérias-primas

As fibras de coco (*Cocus nucífera* L.) foram fornecidas, em condições já processadas pela empresa DEFLOR, do município de Belo Horizonte, no Estado de Minas Gerais.

A madeira de paricá (*Schizolobium amazonicum* Huber Ducke) originou-se de plantios do Centro de Pesquisa do Paricá (CPP), no município de Dom Eliseu, no Estado do Pará. A amostragem consistiu na seleção aleatória de quatro árvores, provenientes de povoamentos com idades de 5, 7, 9 e 11 anos. Cada árvore foi seccionada em quatro toras; as três primeiras, a partir da base, apresentavam 2,7 metros e a restante com 1,4 metros de comprimento. Após a identificação de todas as peças, procedeu-se ao transporte para o Laboratório de Painéis e Energia da Universidade Federal de Viçosa, no município de Viçosa, no Estado de Minas Gerais.

As toras foram desdobradas em cortes tangenciais, utilizando-se uma serra de fita simples. As tábuas, com três centímetros de espessura, foram processadas para a confecção das chapas; as pranchas diamétrais, com cinco centímetros de espessura, foram utilizadas para os ensaios de caracterização da madeira. Após o desdobro, as pranchas diamétrais foram acondicionadas e preparadas para os ensaios. A Figura 2 apresenta uma seqüência de fotos, detalhando as toras e as peças desdobradas.



Figura 2 - Processamento primário das toras de paricá. A: Toras; B: Prancha diametral; C: Tábuas.

As fibras de coco, já processadas, foram recebidas sob a forma de manta; posteriormente, foi desfeita e as fibras foram colocadas num moinho martelo, fragmentando-se.

O adesivo utilizado na confecção das chapas de madeira aglomerada, foi uréia-formaldeído (Cascamite), doado pela Alba Química, de Curitiba, no Estado do Paraná.

3.2. Caracterização da Madeira

Os corpos-de-prova utilizados nos ensaios de caracterização da madeira foram retirados da prancha diametral. Para a determinação das propriedades físicas, utilizou-se a norma NBR 7190/97 da ABNT (1997). Determinou-se o teor de umidade das tábuas recém processadas e das amostras, após a climatização nas condições de $65 \pm 5\%$ de umidade relativa e temperatura de $25 \pm 3^\circ\text{C}$, para estabilização. Determinou-se também a massa específica básica e retratibilidade, em função da idade (5, 7, 9, e 11 anos), variação longitudinal ao longo do tronco (base, meio e topo) e variação radial, no sentido medula-casca.

3.3. pH e Capacidade Tampão da Madeira de Paricá e Fibras de Coco

Para a determinação do pH e capacidade tampão empregou-se a metodologia descrita por Vital (1973), que consistiu em secar as partículas finas da madeira de paricá e da fibra de coco até atingirem peso constante, em estufa, à temperatura de $103 \pm 2^\circ\text{C}$. A seguir, as amostras foram pesadas obtendo-se 15 g do material, que ficaram imersos em 150 mL de água destilada por trinta minutos, à temperatura de 22°C . Em seguida, foram filtradas a vácuo e 50 mL do líquido resultante foram usados para determinação do pH, empregando-se um peagâmetro digital. Para a determinação da capacidade tampão, adicionou-se 1,0 mL de uma solução de hidróxido de sódio (NaOH), em concentração de 0,025 molar, medindo-se o pH após cada adição.

3.4. Propriedades do Adesivo de Uréia-formaldeído

O teor de sólidos dos adesivos foi calculado de acordo com Carneiro (2006), evaporando-se a água das amostras contendo 3 g de adesivo, que foram levados a estufa até peso constante. Para a determinação do pH utilizaram-se cerca de 15 g do adesivo. O tempo de gelatinação foi obtido com a adição de 3 gramas do adesivo, num tubo de ensaio; já acrescentado o catalisador, foi inserido num frasco contendo óleo de silicone aquecido a 170°C e agitado continuamente com um bastão de vidro até que o adesivo se desprendesse das paredes do tubo de ensaio. A viscosidade foi determinada utilizando-se amostras de 100 g do adesivo, com o auxílio de um Viscosímetro de Brookfield (cp), com haste (Spindler) número 3, velocidade de 12 rpm e fator de conversão 100.

3.5. Chapas de Madeira Aglomerada

As chapas foram fabricadas com dimensões nominais de 60 x 60 x 1 cm, utilizando-se porcentagens variadas de partículas de paricá (100, 90, 80 e 70%) e fibras de coco (0, 10, 20 e 30%) e adesivo à base de uréia-formaldeído (6 e 8%, base seca), conforme apresentado no Quadro 3. As composições das chapas foram dimensionadas para obter massa específica

em torno de $0,3 \text{ g/cm}^3$. Utilizaram-se três repetições para cada tratamento, totalizando 24 chapas.

Quadro 3 - Tratamentos utilizados na confecção das chapas de aglomerados, envolvendo misturas de partículas de madeira de paricá e fibra de coco.

Tratamento	Teor de adesivo (%)	Partículas de paricá (%)	Fibras de coco (%)
T1	6	100	00
T2	8	100	00
T3	6	90	10
T4	8	90	10
T5	6	80	20
T6	8	80	20
T7	6	70	30
T8	8	70	30

As partículas de madeira de paricá, com idades de 5, 7, 9 e 11 anos, foram preparadas a partir de maravalhas, produzidas numa desengrossadeira, a partir de tábuas retiradas da região próxima da casca. As maravalhas foram, posteriormente, fragmentadas num moinho-martelo, obtendo-se um índice de esbeltez médio igual a 7,09. Os finos foram removidos empregando-se uma peneira com 10 mm^2 de abertura. As fibras de coco também foram moídas e peneiradas, obtendo-se um índice de esbeltez médio de 36,66.

As partículas foram secas ao ar até 15% de umidade e, posteriormente, secas em estufa à temperatura de $45 \pm 2^\circ\text{C}$, obtendo-se um teor médio de umidade igual a 3%.

Em seguida, as partículas foram colocadas num encolador, onde a mistura das partículas com o adesivo foi realizada, utilizando-se uma pistola pneumática para pulverização do adesivo (Carneiro, 2006). O colchão foi formado manualmente, fazendo-se uma pré-prensagem, com o objetivo de dar uma conformação. A prensagem propriamente dita foi realizada com uma prensa mecânica, de pratos planos, a uma temperatura de 170°C , taxa de compressão de 1:3, durante oito minutos.

A Figura 3 mostra um exemplo de cada chapa no tocante à sua composição.

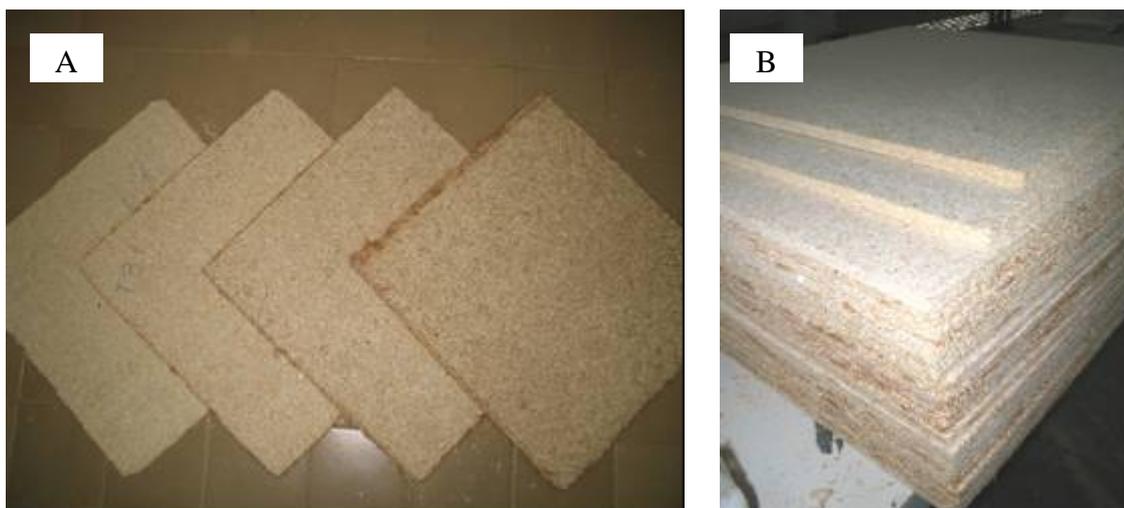


Figura 3 - A: chapas confeccionadas com misturas de madeira de paricá e diferentes porcentagens de fibras de coco; B: Chapas após lixamento.

Após a produção, as chapas foram climatizadas por um período de 72 horas para, então, serem confeccionados os corpos-de-prova para ensaios. A retirada dos corpos-de-prova obedeceu ao esquema apresentado na Figura 4.

Antes dos ensaios, os corpos-de-prova foram acondicionados em câmara climática até atingir a umidade de equilíbrio, nas condições de $65 \pm 5\%$ de umidade relativa e temperatura de $25 \pm 3^{\circ}\text{C}$, segundo a norma NBR 14810-1/2002 da ABNT.

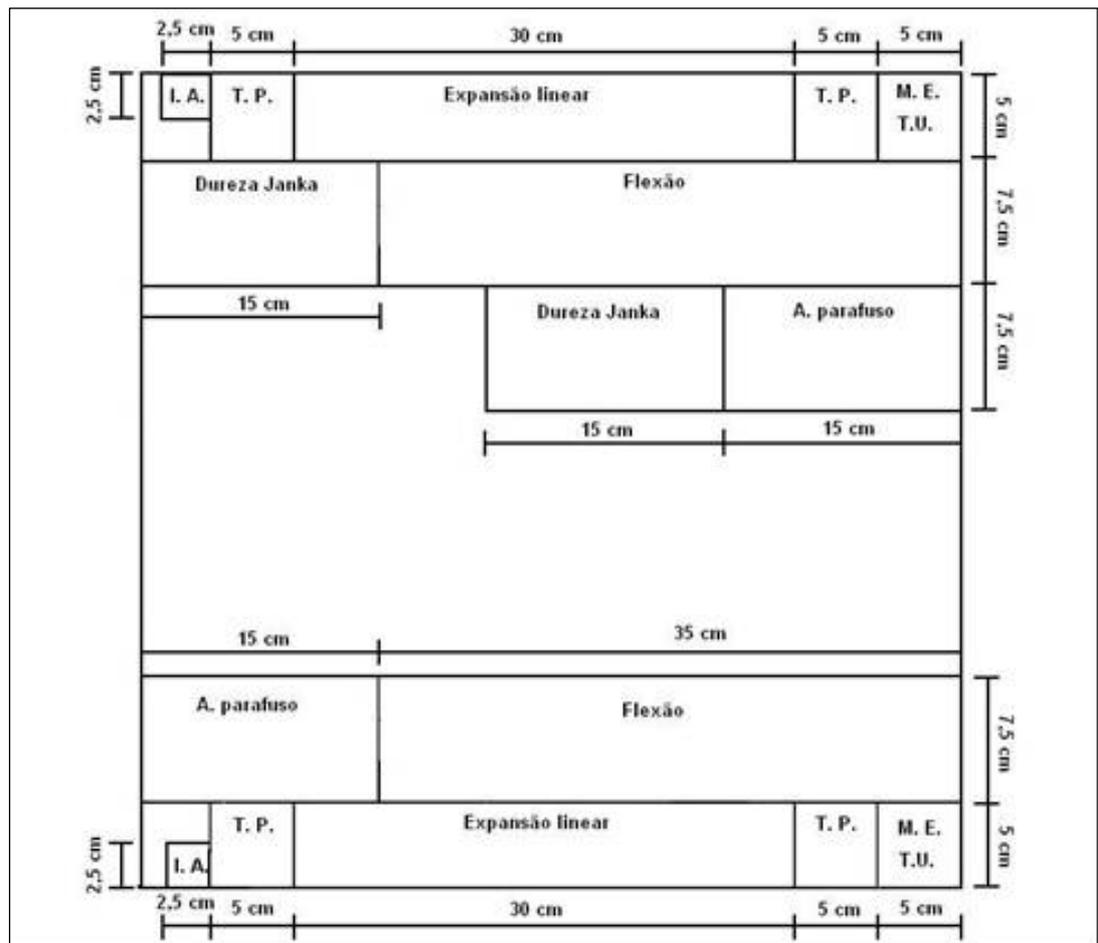


Figura 4 – Posição na chapa para retirada dos corpos-de-prova para ensaios físicos e mecânicos.

Os ensaios foram realizados seguindo-se os procedimentos estabelecidos na norma NBR 14810-1/2002 da ABNT.

3.6. Análise Estatística dos Dados

O experimento foi instalado segundo um delineamento inteiramente casualizado, com 4 proporções de fibras de coco e 2 teores de adesivo, com 3 repetições, totalizando 24 chapas. Os resultados das propriedades físicas da madeira de paricá, bem como as propriedades das chapas, produzidas com a mistura de partículas de madeira de paricá e fibras de coco, foram submetidos à análise de variância (ANOVA). Quando estabelecidas diferenças significativas, os tratamentos foram comparados entre si, por meio do teste Tukey, em nível de 5% de significância. Utilizou-se o software SAEG.

4. RESULTADOS E DISCUSSÃO

4.1. Propriedades da Madeira de Paricá

4.1.1. Teor de Umidade de Saturação

Analisando os resultados, não se observou efeito significativo na umidade de saturação entre os corpos-de-prova retirados na região da medula e próximo da casca; no entanto, observaram-se diferenças significativas em função da altura. Conforme pode ser observado na Figura 5, a porção basal apresentou menor teor de umidade de saturação em relação às demais posições, não havendo diferença significativa entre as alturas 2, 3 e 4; observou-se, ainda, um decréscimo do teor de umidade com o aumento da idade, como mostra a Figura 6, sendo que entre as idades de 7 e 9 anos e de 7 e 11 anos não houveram diferença estatística.

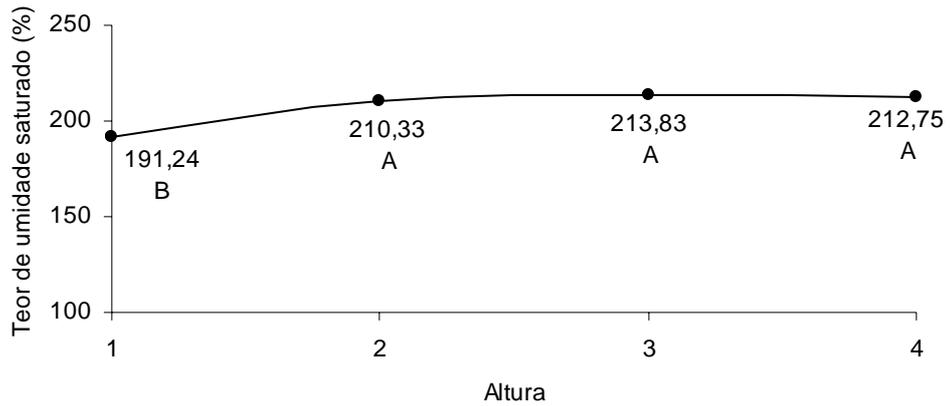


Figura 5 - Variação do teor de umidade de saturação da madeira em função da altura na árvore.

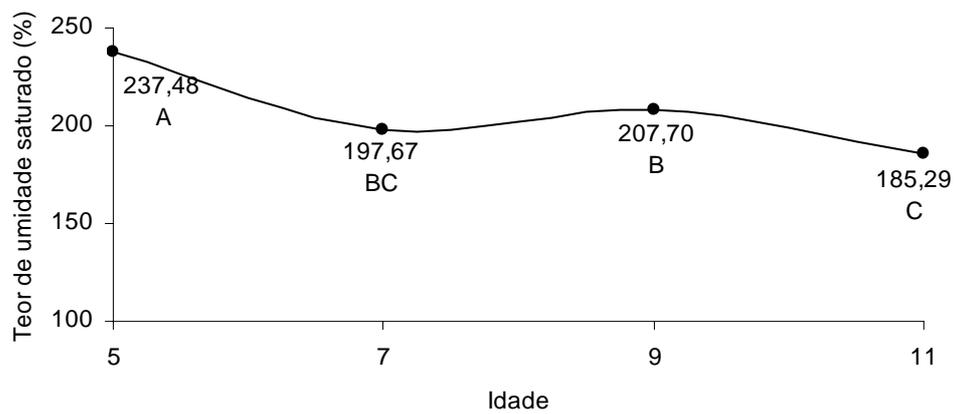


Figura 6 - Variação do teor de umidade de saturação da madeira em função da idade das árvores.

A análise de variância indicou que as interações entre as umidades de saturação no sentido radial (medula-casca) e altura foram significativas (Quadro 4). Assim, quando as médias foram desdobradas, observou-se que o menor teor de umidade foi observado na base do tronco da árvore (altura 1), na posição próxima da casca.

Quadro 4 - Variação entre os teores médios de umidade (%) da madeira saturada em função da altura do tronco e a posição radial.

Altura	Radial	
	Medula	Casca
1	203,58 Aa	178,90 Bb
2	204,61 Aa	216,05 Aa
3	212,36 Aa	215,29 Aa
4	214,66 Aa	210,83 Aa

Onde: Médias seguidas pela mesma letra maiúscula ao longo da mesma coluna ou pela mesma letra minúscula ao longo da mesma linha não diferem entre si pelo teste de Tukey, a 5% de probabilidade.

As médias dos teores de umidade de saturação, nas regiões próximas da medula e da casca, podem ser observadas no Quadro 5. Analisando-se o efeito da idade da madeira no teor de umidade saturado, da madeira próxima da medula, observa-se não haver diferença significativa entre idades de 7, 9 e 11 anos. A madeira com idade de 5 anos diferiu estatisticamente das demais; da madeira próxima da casca, observa-se não haver diferença entre as idades 5, 7 e 9 anos. O menor teor de umidade saturado ocorreu para a madeira de 11 anos, diferindo estatisticamente das demais. De modo geral, observou-se uma tendência de redução na umidade de saturação com o aumento da idade, exceto para a idade de 9 anos.

Quadro 5 - Variação entre os teores médios de umidade (%) da madeira saturada no sentido radial na interação com as idades analisadas.

Idade	Radial	
	Medula	Casca
5	249,15 Aa	225,82 Ab
7	189,48 Ba	205,86 Aa
9	209,15 Ba	206,24 Aa
11	187,43 Ba	183,16 Ba

Onde: Médias seguidas pela mesma letra maiúscula ao longo da mesma coluna ou pela mesma letra minúscula ao longo da mesma linha não diferem entre si pelo teste de Tukey a 5% de probabilidade.

4.1.2. Teor de Umidade de Equilíbrio

Após o equilíbrio em câmara climatizada, à temperatura de $20 \pm 2^\circ\text{C}$ e à umidade de $65 \pm 5\%$, o teor médio de umidade foi de 13,3%, não havendo diferença significativa em função da posição radial, idade ou altura no tronco.

4.1.3. Massa Específica

4.1.3.1. Massa Específica Básica

A massa específica básica média encontrada foi de 280 kg/m^3 , o que faz com que a madeira de paricá seja considerada leve, confirmando a literatura citada por Souza et al. (2005). Esse valor, no entanto, foi inferior ao encontrado por Matsubara (2003), com uma massa específica básica média de 360 kg/m^3 .

Analisando os resultados, observaram-se diferenças significativas da madeira no sentido radial, onde a madeira próxima da medula apresentou massa específica básica média de 260 kg/m^3 e próxima da casca, 300 kg/m^3 .

As Figuras 7 e 8 mostram a variação da massa específica básica em função da altura do tronco e idade, respectivamente. Na Figura 7 observa-se um maior valor na base, não ocorrendo diferença significativa no restante do fuste. Observou-se, ainda, um aumento significativo da massa específica básica com o aumento da idade, exceto para a idade de 9 anos.

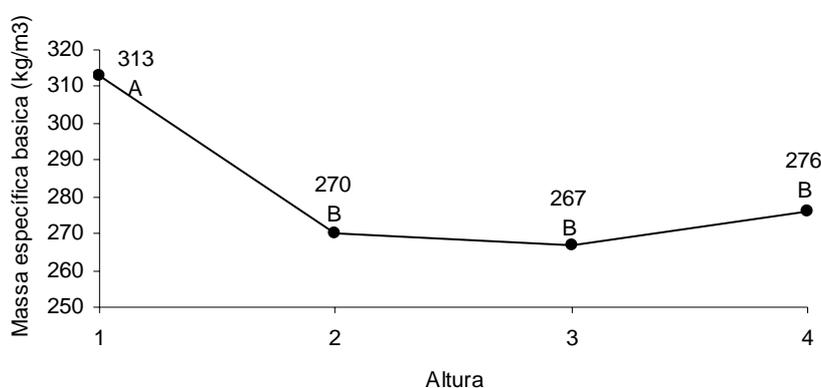


Figura 7 - Variação da massa específica básica da madeira em função da altura na árvore.

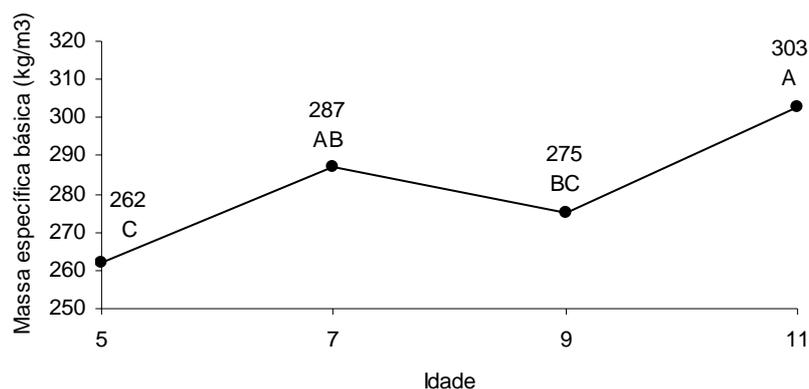


Figura 8 - Variação da massa específica básica da madeira em função da idade das árvores.

A análise de variância indicou efeito significativo na interação da idade e altura no tronco, para a propriedade massa específica básica, conforme pode ser observado no Quadro 6. Não houve efeito da idade nas alturas 2, 3 e 4; no entanto, observa-se que na altura 1 nas madeiras com 7, 9 e 11 anos, a densidade foi diferente das demais.

Quadro 6 - Massa específica básica (kg/m^3) da madeira em função da idade e altura no tronco.

Idade	Altura							
	1		2		3		4	
5	260	Ba	250	Aa	250	Aa	280	Aa
7	320	Aa	280	Aa	280	Aa	270	Ab
9	310	Aa	270	Ab	260	Ab	260	Ab
11	360	Aa	270	Ab	280	Ab	290	Ab

Onde: Médias seguidas pela mesma letra maiúscula ao longo da mesma coluna ou pela mesma letra minúscula ao longo da mesma linha não diferem entre si pelo teste de Tukey a 5% de probabilidade.

4.1.3.2. Massa Específica Aparente

A massa específica aparente variou no sentido radial (medula-casca), bem como ao longo do tronco (altura).

A massa específica aparente média da madeira foi de 320 kg/m^3 , na região da medula e, de 350 kg/m^3 , na região da casca, com uma média de 340

kg/m³. Esse valor é bem inferior a 420 kg/m³, encontrado por Matsubara (2003).

Ao longo do tronco, observou-se um decréscimo da massa específica aparente da primeira para as demais alturas no tronco, conforme pode ser observado na Figura 9. Observou-se, ainda, um acréscimo significativo da massa específica aparente em função da idade, exceto para a idade de 9 anos, conforme pode ser observado na Figura 10.

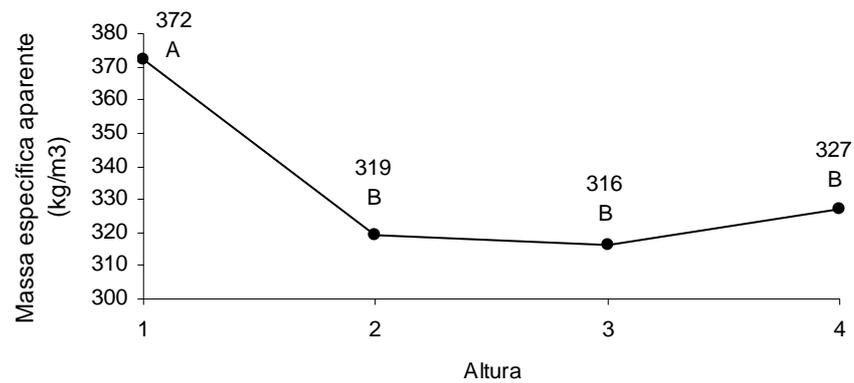


Figura 9 - Variação da massa específica aparente da madeira em função da altura na árvore.

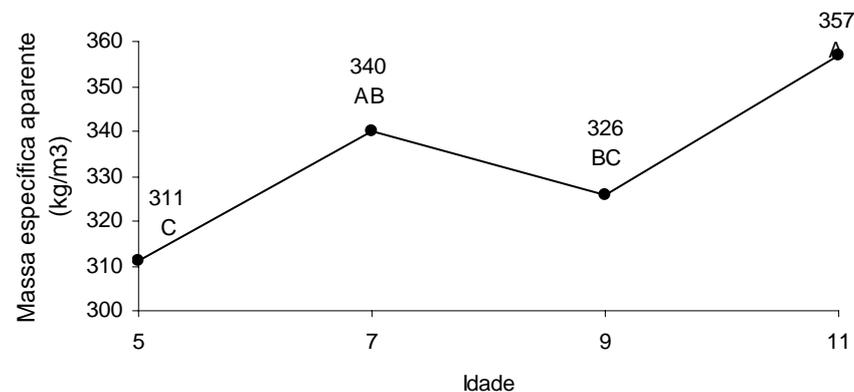


Figura 10 - Variação da massa específica aparente da madeira em função da idade das árvores.

A análise de variância indicou que a massa específica aparente foi afetada pelos tratamentos, ocorrendo interações significativas entre a altura no tronco, a posição radial e as idades das árvores a 5% de probabilidade pelo

teste F. As médias foram desdobradas e os resultados dos testes de médias estão apresentados nos Quadros 7 e 8.

Os maiores valores para massa específica aparente foram observados na região próximo da casca, para a primeira tora, diferindo significativamente das demais (Quadro 7).

No Quadro 8, observa-se também, que os maiores valores de densidade foram encontrados na parte basal do tronco, diferindo significativamente das demais, exceto para a madeira com idade de 5 anos, no qual não Foi notado efeito significativo da altura.

Quadro 7 - Massa específica aparente (kg/m^3) da madeira de paricá em função da altura no tronco e a posição radial.

Altura	Radial	
	Medula	Casca
1	340 Ab	410 Aa
2	310 Ab	330 Ba
3	310 Aa	330 Ba
4	310 Aa	340 Ba

Onde: Médias seguidas pela mesma letra maiúscula ao longo da mesma coluna ou pela mesma letra minúscula ao longo da mesma linha não diferem entre si pelo teste de Tukey a 5% de probabilidade.

Quadro 8 - Massa específica aparente (kg/m^3) da madeira de paricá em função da altura no tronco e idade das árvores.

Idade	Altura			
	1	2	3	4
5	310 Ba	290 Aa	300 Aa	340 Aa
7	380 Aa	330 Ab	330 Ab	320 Ab
9	370 Aa	320 Ab	310 Ab	310 Ab
11	420 Aa	340 Ab	330 Ab	340 Ab

Onde: Médias seguidas pela mesma letra maiúscula ao longo da mesma coluna ou pela mesma letra minúscula ao longo da mesma linha não diferem entre si pelo teste de Tukey a 5% de probabilidade.

4.1.4. Retratibilidade

As retrações médias foram iguais a 0,40, 3,05 e 5,23 %, nos planos longitudinal, radial e tangencial, respectivamente. A Figura 11 mostra esses valores nas regiões próximas da medula e da casca.

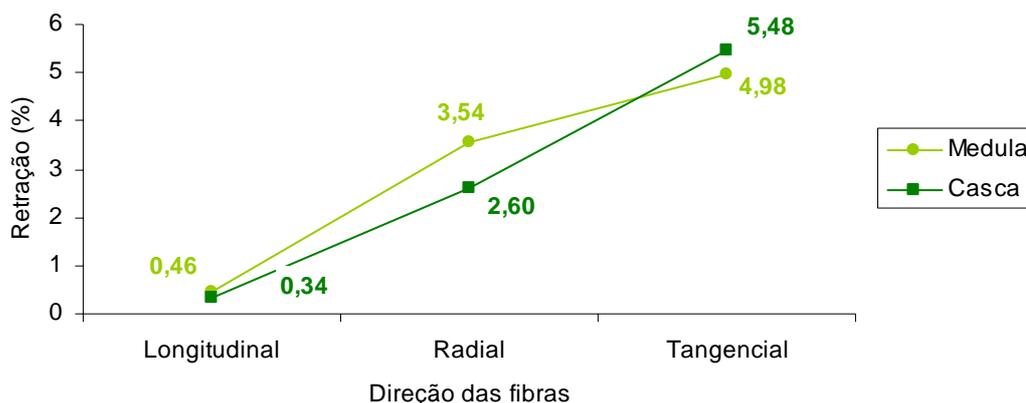


Figura 11 – Retração para madeiras retiradas nas regiões próximas da medula e casca, nas direções longitudinal, radial e tangencial.

A retração média no sentido longitudinal foi afetada pela idade, sendo as madeiras de 9 e 11 anos mais estáveis, conforme a Figura 12.

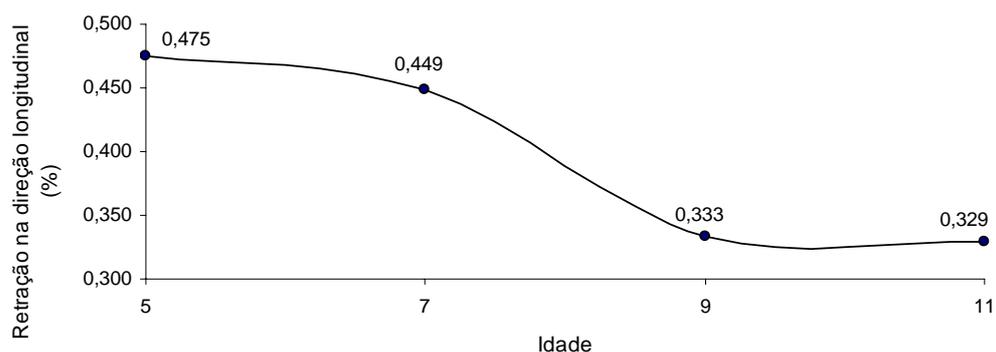


Figura 12 – Retração ao longo do tronco (longitudinal) em função da idade das árvores.

Observou-se, ainda, uma interação significativa para a retração longitudinal das amostras em função da altura no tronco e a posição radial no sentido medula-casca, conforme o Quadro 9.

Quadro 9 - Retração longitudinal (%) da madeira em função da altura no tronco e posição no sentido radial.

Altura	Posição Radial	
	Medula	Casca
1	0,61 Aa	0,31 Ab
2	0,48 Aa	0,30 Ab
3	0,34 Ba	0,30 Aa
4	0,40 Ba	0,44 Aa

Onde: Médias seguidas pela mesma letra maiúscula ao longo da mesma coluna ou pela mesma letra minúscula ao longo da mesma linha não diferem entre si pelo teste de Tukey a 5% de probabilidade.

Na região próxima da medula, as retrações observadas na parte inferior do tronco foram inferiores às observadas nas partes mais altas; na região próxima da casca não houve diferença significativa. Houve diferenças nas alturas 1 e 2 entre as posições medula e casca, tendo a casca menor retração.

A retratibilidade média no sentido radial foi afetada apenas pela posição radial. Os valores encontrados na madeira da região próxima da casca foram menores (2,60%) e, por isso, essa madeira foi considerada mais estável quando comparada com a madeira da região próxima da medula (3,54%).

Ocorreu, ainda, uma interação significativa entre a altura no tronco e a posição, no sentido radial. As médias desdobradas podem ser observadas no Quadro 10. Em geral, as madeiras com maior estabilidade dimensional foram às retiradas próximo da região da medula.

Quadro 10 - Retração tangencial (%) da madeira em função da altura no tronco no sentido radial.

Altura	Posição	
	Medula	Casca
1	4,69 Ab	5,77 Aa
2	4,99 Ab	5,67 Aa
3	5,13 Aa	5,39 Aa
4	5,12 Aa	5,07 Bb

Onde: Médias seguidas pela mesma letra maiúscula ao longo da mesma coluna ou pela mesma letra minúscula ao longo da mesma linha não diferem entre si pelo teste de Tukey a 5% de probabilidade.

O coeficiente anisotrópico, ou seja, a relação entre a retratibilidade tangencial e a radial, foi afetado apenas pela posição da madeira no sentido radial, sendo igual a 1,47, para a região próxima da medula e 2,22, para a região próxima da casca.

4.1.5. Inchamento

A Figura 14 representa as variações médias de inchamento para as madeiras retiradas da região da medula e da casca, nas direções longitudinal, radial e tangencial. Os valores médios encontrados para inchamento foram iguais a 0,40, 3,17 e 5,54 %, nas direções longitudinal, radial e tangencial, respectivamente.

O inchamento no sentido longitudinal foi afetado pela posição no sentido radial (0,46%, na região próxima da medula, e 0,34%, na região próxima da casca) e pela idade das árvores, conforme pode ser observado na Figura 13.

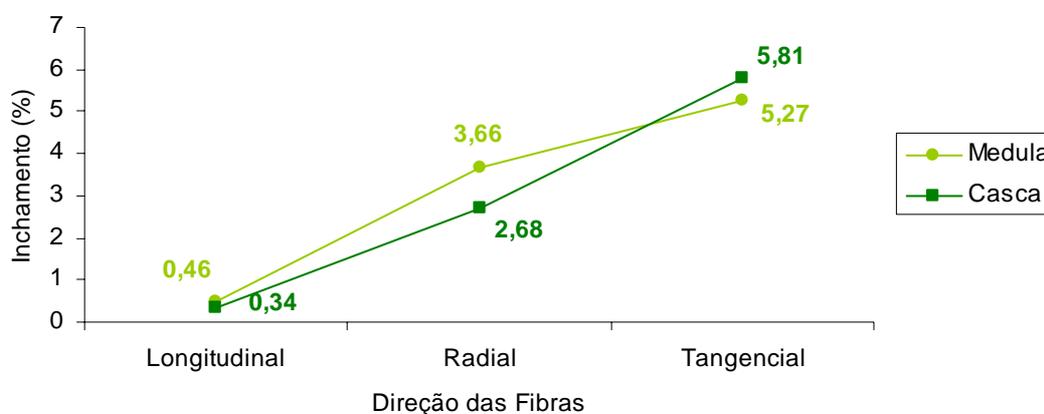


Figura 13 - Variação de inchamento de madeiras retiradas na região da medula e casca, nas direções longitudinal, radial e tangencial das fibras.

O efeito da idade pode ser observado na Figura 14. Observa-se que a madeira oriunda de árvores de maior idade é mais estável.

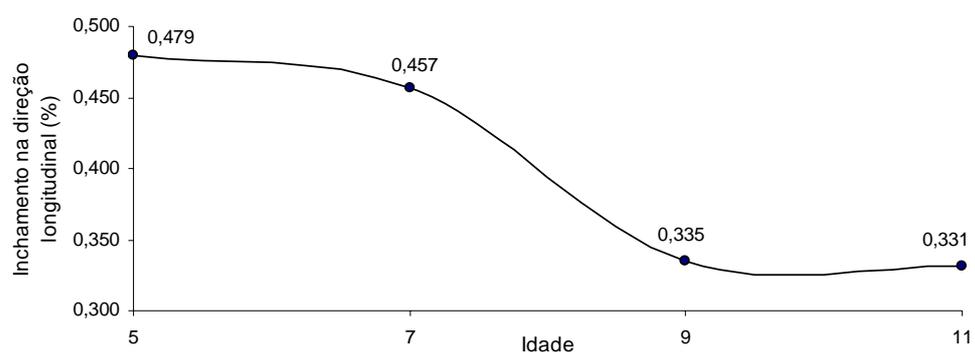


Figura 14 - Inchamento médio na direção longitudinal em função da idade das árvores.

A interação entre altura e posição no sentido radial foi significativa e as médias desdobradas estão apresentadas no Quadro 11. Observa-se que as madeiras mais estáveis foram àquelas retiradas na região próxima da casca e da parte inferior do tronco das árvores. Observa-se também que as madeiras retiradas próximo da medula apresentaram maior inchamento na região da base (altura 1), já as madeiras retiradas próximo da casca apresentaram inchamento maior no ápice (altura 4).

Quadro 11 – Inchamento médio (%) na direção longitudinal em função da posição no plano radial e altura no tronco.

Altura	Posição	
	Medula	Casca
1	0,61 Aa	0,31 Ab
2	0,48 Ba	0,30 Ab
3	0,34 Ba	0,30 Aa
4	0,40 Ba	0,45 Aa

Onde: Médias seguidas pela mesma letra maiúscula ao longo da mesma coluna ou pela mesma letra minúscula ao longo da mesma linha não diferem entre si pelo teste de Tukey a 5% de probabilidade.

O inchamento na direção radial foi afetado apenas pela posição no plano radial das amostras. Verificou-se que as amostras retiradas da região próxima da medula se mostraram menos estáveis (4,08% de inchamento) do que as amostras retiradas na região próxima da casca (3,07%).

O inchamento no plano tangencial foi afetado pela posição radial e altura no tronco, conforme pode ser observado no Quadro 12. As amostras retiradas na região próxima da medula foram mais estáveis (média de 5,27%) do que aquelas retiradas mais próximas da casca (média de 5,81%). Considerando-se o efeito da posição radial e da altura no tronco, observa-se que a madeira mais estável está localizada na região próxima da medula e na parte inferior das toras.

Quadro 12 - Inchamento tangencial médio (%) em função da posição radial e da altura no tronco da árvore.

Altura	Radial	
	Medula	Casca
1	4,96 Ab	6,13 Aa
2	5,27 Ab	6,03 Aa
3	5,42 Aa	5,71 Aa
4	5,44 Aa	5,35 Aa

Onde: Médias seguidas pela mesma letra maiúscula ao longo da mesma coluna ou pela mesma letra minúscula ao longo da mesma linha não diferem entre si pelo teste de Tukey a 5% de probabilidade.

O fator anisotrópico foi afetado apenas pela posição no sentido radial, sendo igual a 1,49%, para madeiras da região próxima da medula, e 2,29%, para madeiras localizadas na região mais próxima da casca.

4.1.6. Variação Volumétrica

Não houve efeito significativo da altura do tronco e da idade na variação volumétrica da madeira de paricá, com média igual a 9,32%. Houve, no entanto, diferença significativa na variação volumétrica de madeiras retiradas das regiões próximas da medula e da casca, conforme pode ser observado na Figura 15. A maior variação volumétrica ocorreu na região próxima da medula, que apresentou também, menor massa específica.

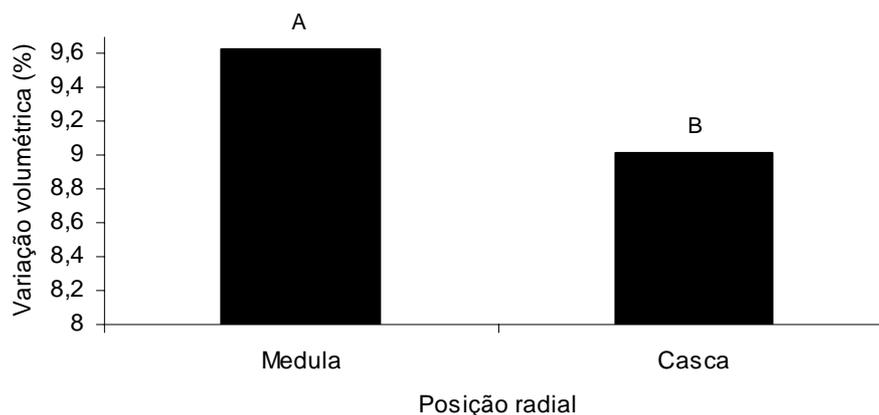


Figura 15 - Variação volumétrica média para madeiras retiradas das regiões da medula e da casca.

4.2. pH e Capacidade Tampão da Madeira de Paricá e Fibras de Coco

As Figuras 16 e 17 apresentam médias de pH dos extratos da madeira de paricá, de 4,88, e das fibras de coco, de 5,7. Através da adição de hidróxido de sódio (NaOH) foi possível estabelecer as curvas tampão; observou-se que tanto a madeira quanto a fibra de coco apresentaram baixa capacidade tampão, uma vez que a adição de apenas 1mL do NaOH foi suficiente para elevar o pH para 8,20 e 8,60, para a madeira e fibra de coco, respectivamente, implicando no retardamento da cura do adesivo.

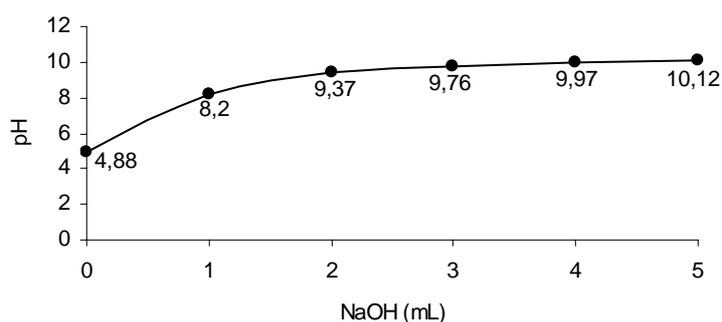


Figura 16 - pH e capacidade tampão da madeira de paricá (*Schyzolobium amazonicum* Huber ex. Ducke).

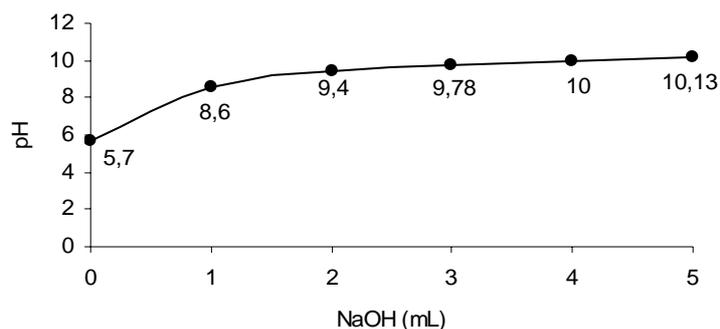


Figura 17 - pH e capacidade tampão da fibra de coco (*Cocos nucifera* L.).

4.3. Propriedades das Chapas de Madeira Aglomerada

O Quadro 13 mostra as propriedades do adesivo à base de uréia-formaldeído, usado na fabricação das chapas aglomeradas.

Quadro 13 – Propriedades do adesivo à base de uréia-formaldeído, utilizado na confecção das chapas.

Características do adesivo	
Teor de sólidos (%)	65
pH	7,97
Viscosidade (Cp)	540
Tempo de gelatinização (segundos)	58

4.3.1. Propriedades Físicas

4.3.1.1 Teor de Umidade

Após equilíbrio nas condições de temperatura a 25°C e 65% de umidade relativa, as chapas apresentaram um teor de umidade médio de 14%.

4.3.1.2 Massa Específica

A massa específica média das chapas aglomeradas foi de 360 kg/m³, sendo classificadas como chapas de baixa densidade, segundo a norma NBR 14810-1/2002 da ABNT. Não se observou efeito significativo na massa

específica em função da composição das partículas e dos teores de adesivo, em nível de 5% de probabilidade, pelo teste F, como mostra a Figura 18.

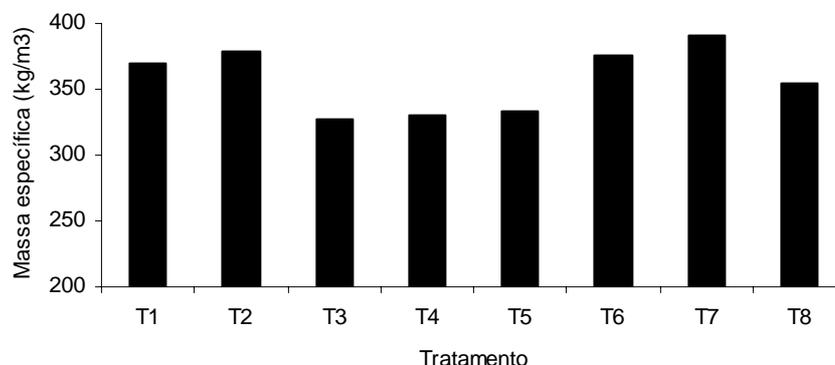


Figura 18 - Massa específica das chapas de madeira aglomerada, em função dos tratamentos.

4.3.1.3 Expansão Linear

A expansão linear média das chapas foi de 0,49%; o valor obtido de expansão foi considerado pequeno, já que o adesivo utilizado foi uréia-formaldeído, de baixa resistência à umidade.

A análise de variância mostrou que não houve efeito significativo da composição das partículas e da interação entre a composição e o teor de adesivo na propriedade expansão linear. Observaram-se, no entanto, diferenças significativas em função do teor de adesivo; as chapas fabricadas com 6% de adesivo apresentaram expansão linear média de 0,55%, sendo essa maior que as chapas fabricadas com 8% de adesivo, cuja expansão linear média foi igual a 0,44%.

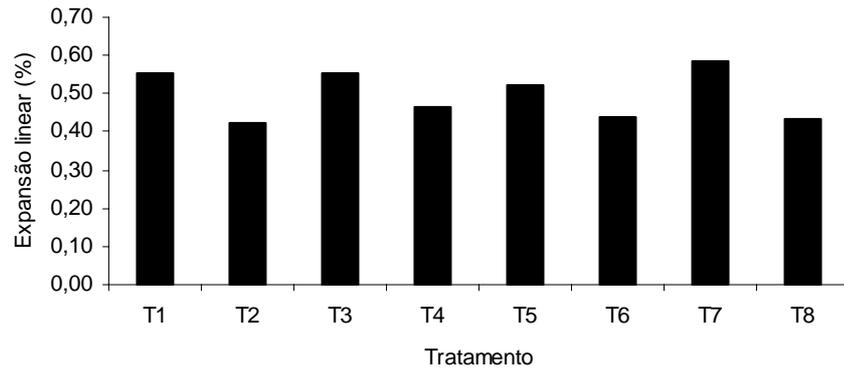


Figura 19 - Expansão linear das chapas de madeira aglomerada, em função dos tratamentos.

4.3.1.4. Inchamento em Espessura e Absorção em Água das Chapas

A Figura 21 mostra os valores de inchamento em espessura das chapas, após 2 e 24 horas de imersão em água, com valores médios de 10,2% e 11,79%, respectivamente. Observa-se que, num período curto de imersão (2 horas) a chapa apresentou um valor de inchamento próximo daquele obtido após imersão de 24 horas. Os valores de inchamento em espessura e absorção de água foram elevados, provavelmente porque as chapas foram fabricadas com adesivo à base de uréia-formaldeído..

Não se observou diferença significativa entre os tratamentos referentes à composição das partículas, nem à interação entre a composição e os teores de adesivo utilizados. Para ambos os tempos de imersão em água, no entanto, observou-se que as chapas fabricadas com 8% de adesivo foram mais estáveis do que as chapas fabricadas com 6% de adesivo. Em 2 horas de imersão, as chapas produzidas com 6 e 8% de adesivo tiveram um inchamento médio de 11,79% e de 8,59%, respectivamente; em 24 horas de imersão, as chapas apresentaram um inchamento médio de 13,56% e 10,01%, para 6 e 8% de adesivo, respectivamente.

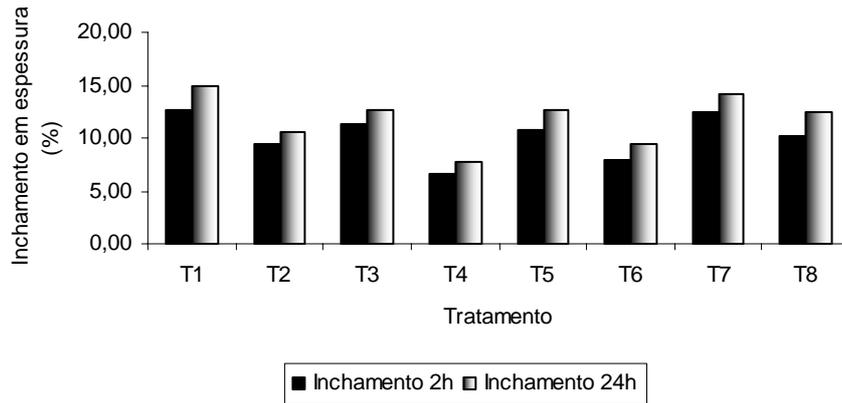


Figura 20 - Inchamento em espessura das chapas de madeira aglomerada, em função dos tratamentos, após 2 e 24 horas de imersão.

A composição das partículas não teve efeito significativo na absorção de água, após 2 e 24 horas de imersão, conforme pode ser observado na Figura 21

A absorção de água média foi igual a 194% e 220% para 2 e 24 horas de imersão em água, respectivamente. Observou-se, portanto, uma alta absorção num período curto de imersão.

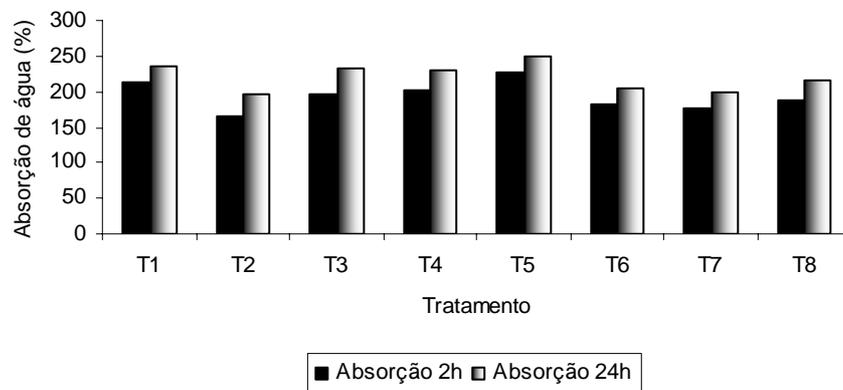


Figura 21 - Absorção de água das chapas de madeira aglomerada em função dos tratamentos.

No Quadro 14, observa-se o efeito significativo do teor de adesivo na absorção de água. As chapas fabricadas com 8% de adesivo absorveram menos água do que aquelas fabricadas com 6% de adesivo.

Quadro 14 – Absorção de água das chapas, em função do tempo de imersão em água e do teor de adesivo.

Teor de adesivo	Absorção de água (%)	
	2 horas	24 horas
6%	203,35	228,50
8%	184,37	211,83

4.3.2. Propriedades Mecânicas

4.3.2.1. Resistência à Flexão Estática

Os valores de módulo de ruptura das chapas de partículas, em função dos tratamentos, estão apresentados na Figura 22. Observaram-se diferenças significativas entre eles, em função da composição das partículas. Avaliando-se o efeito do teor de adesivo, observa-se que não houve diferença significativa na resistência das chapas. Apesar de não se ter observado diferença significativa, de modo geral, as chapas fabricadas com 8% de adesivo, apresentaram valor médio de módulo de ruptura (3,7 MPa), ligeiramente, superior àquele encontrados nas chapas com 6% de adesivo (3,1 MPa), exceto para chapas produzidas com 30% de fibras de coco, onde T7 apresentou resistência à flexão superior à T8.

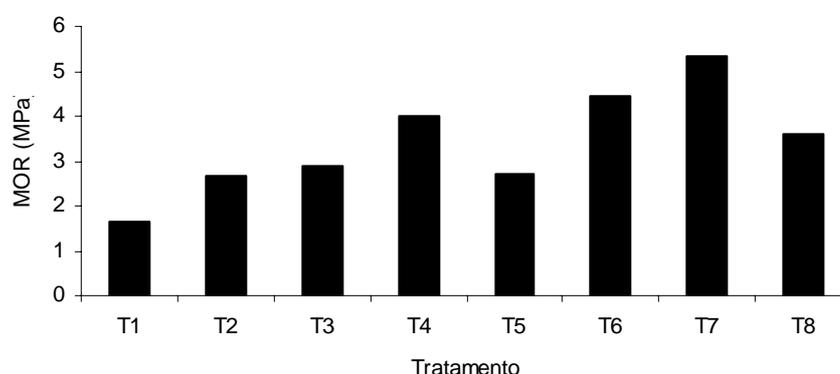


Figura 22 - Módulo de ruptura (MOR) das chapas de madeira aglomerada, em função do teor de adesivo e composição das partículas.

Avaliando-se o efeito da composição das partículas nas chapas, os maiores valores de módulos de ruptura foram obtidos nas chapas fabricadas com maiores percentagens de fibra de coco, exceto para as chapas produzidas com 8% de adesivo, como mostra a Figura 23.

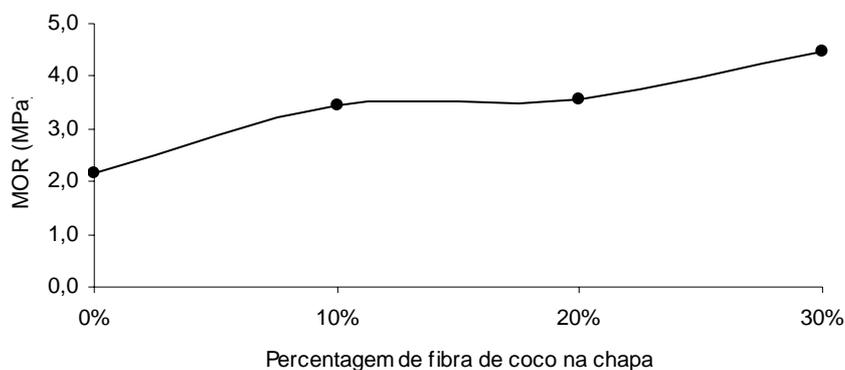


Figura 23 - Módulo de ruptura das chapas de madeira aglomerada, em função dos percentuais de fibras de coco em sua composição.

A Figura 24 mostra os valores médios de módulos de elasticidade dos diferentes tratamentos. Apesar de não ter ocorrido diferença significativa entre os tratamentos, verificou-se uma tendência de aumento do módulo de elasticidade com a adição de fibra de coco e aumento no teor de adesivo; as chapas fabricadas com 6% de adesivo apresentaram um MOE de 192 MPa e as chapas com 8% de adesivo, um MOE de 232 MPa.

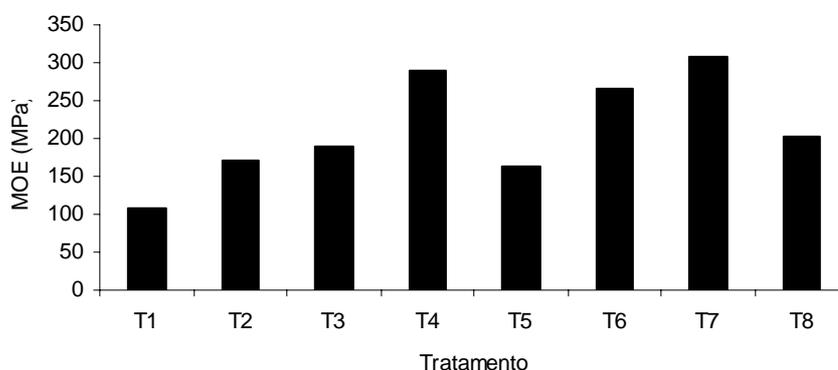


Figura 24 - Módulo de elasticidade (MOE) das chapas de madeira aglomerada, em função do teor de adesivo e da composição das partículas.

4.3.2.2. Resistência à Tração Perpendicular

Os valores médios de resistência à tração perpendicular em função dos tratamentos estão apresentados na Figura 25. Observaram-se diferenças significativas entre eles, decorrentes do teor de adesivo e da porcentagem de fibra de coco. As chapas produzidas com 8% de adesivo apresentaram valores de resistência média à tração de 0,21 MPa, enquanto que as chapas produzidas com 6% de adesivo apresentaram resistência média de 0,14 MPa.

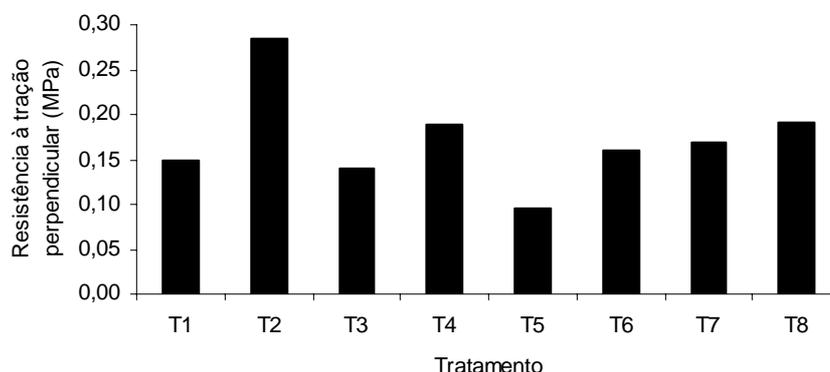


Figura 25 - Resistência à tração perpendicular das chapas de madeira aglomerada, em função do teor de adesivo e da composição das partículas.

No que tange à composição das chapas, os tratamentos que continham fibra de coco, em geral, apresentaram menor resistência à tração do que os tratamentos que apresentavam somente partículas de paricá, como se verifica na Figura 26.

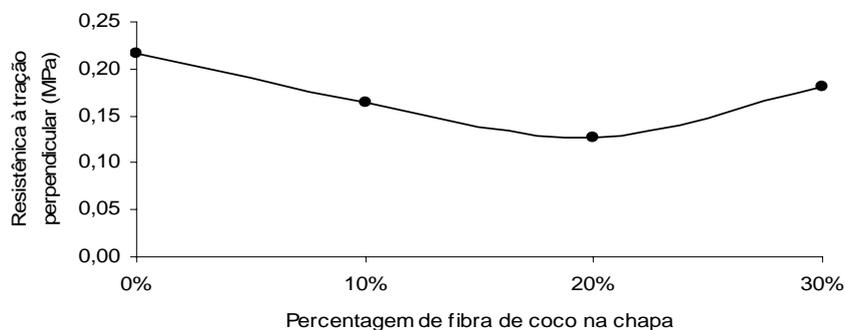


Figura 26 - Resistência à tração perpendicular das chapas de madeira aglomerada, em função das porcentagens de fibra de coco em sua composição.

4.3.2.3. Resistência ao Arrancamento de Parafuso

A Figura 27 apresenta os valores médios de resistência das chapas ao arrancamento de parafuso, no qual se observa diferença significativa somente entre os teores de adesivo, onde as chapas, produzidas com 8% de adesivo apresentaram resistência de 295,8 N, enquanto as chapas, produzidas com 6%, apresentaram resistência de 240,2 N.

Em relação à composição das chapas, observou-se uma tendência de aumento da resistência ao arrancamento de parafuso com o acréscimo de fibra de coco.

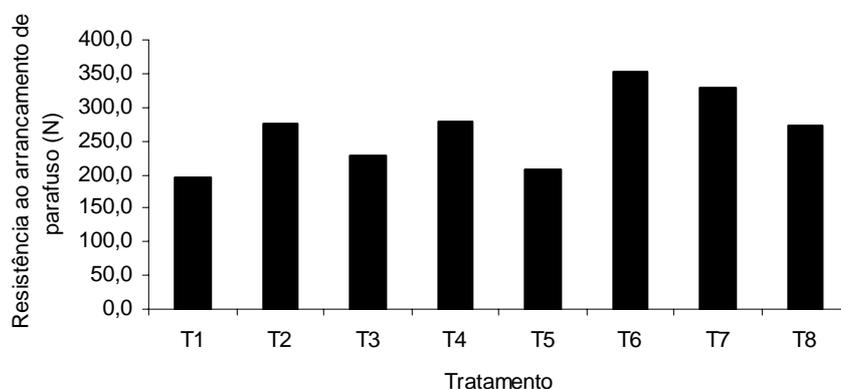


Figura 27 - Resistência ao arrancamento de parafuso das chapas de madeira aglomerada, em função do teor de adesivo e composição das partículas.

4.3.2.4. Dureza Janka

De acordo com a análise estatística, não houve efeito significativo dos tratamentos sobre a propriedade dureza Janka. Os valores médios de dureza encontrados foram de 1203,35 N, com uma tendência de aumento desses valores com o aumento da porcentagem de fibra de coco adicionada à mistura com partículas de madeira na composição, como mostra a Figura 28.

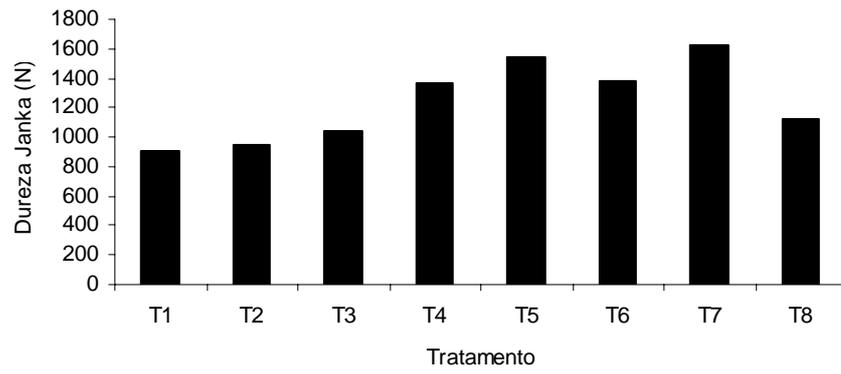


Figura 28 - Dureza Janka das chapas de madeira aglomerada, em função do teor de adesivo e composição das partículas.

5. CONCLUSÕES

O paricá é uma espécie de madeira leve e sua massa específica básica aumenta com a idade e em direção à casca, reduzindo no sentido base-topo. O teor de umidade de saturação da madeira aumentou em direção ao topo da árvore e diminuiu com a idade de corte. A retração e o inchamento foram mais expressivos, em ordem decrescente, nas direções tangencial, radial e longitudinal das fibras, sendo maior na madeira mais próxima da medula. A madeira apresentou baixa capacidade tampão.

A madeira de paricá é apropriada para confecção de chapas aglomeradas, obtendo melhores propriedades quando fabricadas com 8% de adesivo, apresentando menor expansão linear média maior estabilidade após 2 e 24 horas de imersão em água. As propriedades mecânicas, de modo geral, das chapas confeccionadas com 8 % de adesivo e com maiores quantidades de fibras de coco foram maiores.

6. REFERÊNCIAS BIBLIOGRÁFICAS

- AGUIAR, J. V. G. Tipos e usos do laminado. Disponível em: <<http://www.akzonobel-ti.com.br/artigos/laminado/laminado.htm>>. Acesso em: 16 jun. 2006.
- ASSOCIAÇÃO BRASILEIRA DE NORMAS TÉCNICAS. NBR-14810-1: Chapas de madeira aglomerada, Rio de Janeiro, 2001. 32 p.
- ASSOCIAÇÃO BRASILEIRA DE NORMAS TÉCNICAS. NBR-7190: Projeto de estruturas de madeira, Rio de Janeiro, 1997. 107 p.
- ARAGÃO, W. M.; TUPINAMBÁ, E. A.; ÂNGELO, P. C. da S.; RIBEIRO, F. E. Seleção de cultivares de coqueiro para diferentes ecossistemas do Brasil. Disponível em: <<http://www.cpatc.embrapa.br>>. Acesso em: 12 jul. 2006.
- BONDAR, G. **A cultura do coqueiro (*Cocus nucifera*) no Brasil**. Salvador, BA: Tipografia Naval, 1955. 74 p.
- BRITO, E. O.; SÁ-ROCHA, J. D.; VIDAURRE, G. B.; BATISTA, D. C.; PASSOS, P. R. A.; MARQUES, L. G. da C. Propriedades de chapas produzidas com resíduos do fruto de coco e partículas de pinus. **Floresta e Ambiente**, Seropédica, V.11, n.2, p.1-6, 2004.
- CAMPOS, C. I. & LAHR, F. A. R. MDF produzido com fibras de pinus utilizando uréia-formaldeído. **Revista da Madeira**, Curitiba, n.88, p.80-94. 2005.
- CARNEIRO, A. C. O. **Efeito da hidrólise ácida e sulfitação de taninos de *Eucalyptus grandis* w. hill ex maiden e *Anadenanthera peregrina* spg.,**

nas propriedades dos adesivos. 2006, 182p. Tese (Doutorado em Ciência Florestal), Universidade Federal de Viçosa, Minas Gerais. 2006.

CARVALHO, P. E. R. Espécies florestais brasileiras: recomendações silviculturais, potencialidades e uso da madeira. Brasília: **EMBRAPA-SPI**, 1994. p. 470-475.

CARVALHO, J. G. & VIÉGAS, I. J. M. Caracterização de sintomas de deficiências de nutrientes em paricá (*Schyzolobium amazonicum* Huber ex. Ducke). Belém, PA: **EMBRAPA Amazônia Oriental**, 2004. p. 1-6.

FONTES, F. J. P. Versáteis aglomerados. Disponível em: < <http://www.akzonobel-ti.com.br/artigos/aglomerado/aglomerado.htm>>. Acesso em: 16 jun. 2006.

GALEÃO, R. R. **Diagnóstico dos projetos de reposição florestal no estado do Pará.** 2000. 60f. Dissertação (Mestrado em Ciência Florestal) – Universidade Federal Rural da Amazônia, Amazônia.

GALVÃO, S. J. E. **Utilização da fibra de coco-anão (*Cocos nucifera* L.) como substrato para desenvolvimento de mudas de alface (*Lactuca sativa* L.).** 2004. 62f. Dissertação (Mestrado em Fitotecnia) – Universidade Federal Rural do Rio de Janeiro, Rio de Janeiro.

GOMES, Pimentel. **O coqueiro-da-baía.** São Paulo, SP: Ed. Nobel, 1992. 112p.

JESUS, R. C. S. **Características anatômicas e físicas da madeira de paricá (*Schyzolobium amazonicum* Huber ex. Duck), plantada em diferentes espaçamentos e condições ambientais no município de Aurora do Pará.** 2004. 170f. Dissertação (Mestrado em Ciências Florestais) – Universidade Federal Rural da Amazônia, Amazônia.

LE COINT, P. **Árvores e plantas úteis (indígenas e aclimadas).** 2. ed. São Paulo: Nacional, 1947. 496 p. (Brasiliana, 251).

LICDA, V. J.; LICDA, O. M. M. Información nutricional sobre coco (*Cocos nucifera*). Consejo Nacional de Producción – Dirección Mercadeo y Agroindustria, Área Desarrollo de Productos. Disponível em: <<http://www.cnp.go.cr/>>. Acesso em: 10 jul. 2006.

LIMA, S. F.; CUNHA, R. L.; CARVALHO, J. G.; SOUZA, C. A. S.; CORRÊA, F. L. O. Comportamento do paricá (*Schizolobium amazonicum* Herb.) submetido á aplicação de doses de boro. **Cerne**, Lavras, V.9, n.2, p.192-204, 2003.

LINHARES, M. N. **Interação entre armazenamento e qualidade fisiológica de sementes de paricá (*Schizolobium amazonicum* Huber ex. Ducke)**. 2000. 49f. Dissertação (Mestrado em agronomia) – Universidade Federal Rural da Amazônia, Amazônia.

LOPES, M. & GARCIA, A. Controle de qualidade na colagem de painéis de madeira. **Revista da Madeira**, Curitiba, n.89, p.46-47. 2005.

LORENZI, H. **Árvores brasileiras, Manual de identificação e cultivo de plantas arbóreas nativas do Brasil**, vol.01. 4.ed. Nova Odessa, SP: Instituto Plantarum, 2002. 368 p.

MACIEL, A. S.; VITAL, B. R.; DELLA LÚCIA, R. M.; PIMENTA, A. S. Propriedades de painéis fabricados com madeira e plástico. **Revista da Madeira**, Curitiba, n.88, p.68-71. 2005.

MELO, J. E. de, CARVALHO, G. M. de, MARTINS, V. A. Espécies madeireiras substitutas do mogno (*Swietenia macrophylla* King.). Brasília: **IBAMA**, 1989. 16 p. (Série Técnica, 6).

MATSUBARA, R. K. **Caracterização dendrológica e física de cinco espécies arbóreas de ocorrência no estado de Mato Grosso**. 2003. 85p. Monografia (Especialização em Produtos Florestais) – Departamento de Engenharia Florestal, Universidade Federal de Mato Grosso, Cuiabá.

MUNARO, E. R. **Produção de painéis para isolamento térmico com pasta de papel jornal e feixes de coco (*Cocos nucifera* L.)**. 2004. 39f. Dissertação (Mestrado em Ciências Ambientais e Florestais) – Universidade Federal Rural do Rio de Janeiro, Rio de Janeiro.

NAKAMURA, R. M.; SOBRAL FILHO, M. **Aglomerado de misturas de espécies tropicais da Amazônia**. Ministério da Agricultura, Instituto Brasileiro de Desenvolvimento Florestal, Departamento de Economia Florestal, Laboratório de Produtos Florestais. Brasília, 1982.

OLIVEIRA, F. V. & VITAL, B. R. Propriedades de compósitos fabricados com partículas de madeira de eucalipto, poliestireno (os) e polietileno tereftalato (pet). **Revista da Madeira**, Curitiba, n.89, p.32-42. 2005.

PARROTTA, J. A. **Cocos nucifera L. Coconut, Coconut palm, palma de coco.** SO-ITE-SM-57, New Orleans, LA: U.S. Department of agriculture, Forest Service, Southern Forest Experiment Station. 1993. 7p.

PASSOS, P. R. A. **Destinação sustentável de cascas de coco (Cocos nucifera) verde: Obtenção de telhas e chapas de partículas.** 2005. 185 f. Tese (Doutorado em Ciências em Planejamento Energético) - Universidade Federal do Rio de Janeiro, Rio de Janeiro.

PEREIRA, A. P., MELO, C. F. M. de, ALVES, S. M. *O paricá (Schizolobium amazonicum) características gerais da espécie e suas possibilidades de aproveitamento na indústria de celulose e papel.* **Revista do Instituto Florestal**, São Paulo, v. 16 A, n 2. p. 1340-1344, 1982.

SANTANA C. J. L.; SANTANA, M. B. M.; MIRANDA, E. R de. **Aspectos da nutrição e aplicação de fertilizantes no cultivo do coqueiro.** Itabuna, BA: Centro de Pesquisas do Cacau, Boletim Técnico, no. 32, 1975. 24 p.

SILVA, A. M. P. da. **Material composto com fibra de coco para uso em acústica arquitetônica: um estudo experimental.** 1997. 80f. Dissertação (Mestrado em Arquitetura) – Universidade Federal do Rio de Janeiro, Rio de Janeiro.

SILVA, L. C. F. **Análise das propriedades mecânicas e térmicas de tijolo solo-cimento com e sem adição do pó da fibra de coco.** 1999. 150f. Dissertação (Mestrado em Engenharia Mecânica) – Universidade Federal do Rio Grande do Norte, Rio Grande do Norte.

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

SIQUEIRA, L. A.; ARAGÃO, W. M.; TUPINAMBÁ, E. A. *A introdução do coqueiro no Brasil: Importância Histórica e agrônômica.* Aracaju, SE: **Embrapa Tabuleiros Costeiros**, 2002. 23 p.

SANTOS, M. S. dos. **Propriedades térmicas e mecânicas de materiais reciclados a base de PET pós consumo e cargas de coco.** 2002. 95f. Dissertação (Mestrado em Ciência e Tecnologia de Polímeros) – Universidade Federal do Rio de Janeiro, Rio de Janeiro.

SOUZA, F. E. **Aspectos da cultura do coqueiro no Nordeste.** Recife, PE: SUDENE, 1968. 123 p.

SOUZA, D. A. **Comportamento térmico das fibras vegetais (*Cocos nucifera* L.)**. 1999. 80f. Dissertação (Mestrado em Química) – Universidade Federal de Minas Gerais, Minas Gerais.

SOUZA, D. B.; CARVALHO, G. S.; RAMOS, E. J. A. **Paricá (*Schizolobium amazonicum* Huber ex Ducke)**. Pará: Informativo Técnico Rede de Sementes da Amazônia, 2005. 2p.

TEREZO, E. F. M. Reflorestamento em regiões tropicais. VII CONGRESSO INTERNACIONAL DE COMPENSADO E MADEIRA TROPICAL. 2005, Belém. **Anais...** 5p.

TOLÊDO FILHO, R. D. **Materiais compósitos reforçados com fibras naturais: caracterização experimental**. 1997. 298f. Tese (Doutorado em Engenharia civil) – Pontifícia Universidade Católica do Rio de Janeiro, Rio de Janeiro.

TONINI, H.; PEREIRA, M. R. N.; ARCO-VERDE, M. F.; OLIVEIRA JUNIOR, M. M.. Seleção de equações para o paricá (*Schizolobium amazonicum* Huber ex. Ducke), no estado de Roraima. Disponível em: <<http://cpafrr.embrapa.br/index.php/cpafrr/publica>>. Acesso em: 20 jun. 2006.

TONINI, H. O reflorestamento é alternativo na agricultura familiar. Disponível em: <http://www.correaneto.com.br/meio%20ambiente/agric_familiar.htm>. Acesso em: 20 jun. 2006.

VENTURIERI, G. C. **Ecologia reprodutiva do táxi-branco (*Sclerolobium paniculatum* var. *paniculatum* Vogel) e do paricá (*Schizolobium amazonicum* Huber ex Ducke) Leg: Caesalpinioidea e Melitofilia desta árvores amazônicas**. 2000. 88f. Tese (Doutorado em Ecologia) – Universidade de São Paulo, São Paulo.

VITAL, B. R. **Effects of species and panel densities and properties of hardwood particleboard**. 1973. 111f. University of Winconsin Apud STEWART, H. A. & LEHMANN, W. F. *High-quality particleboard production*. (In German). Holzforsch. Holzverwert, 1973. p1-11.

WIEDMAN, G. A. **Fibra de coco e resinas de origem vegetal para produção de componentes de mobiliário e da construção civil**. 2002. 250f. Tese (Doutorado em Arquitetura e Urbanismo) – Universidade de São Paulo, São Paulo.

ZENID, G. J.; NAHUZ, M. A. R.; ANDRADE, M. J.; MIRANDA, C.; FERREIRA, O. P.; BRAZOLIN, S. Mercado estimula produtos de madeira com valor agregado. **Revista da Madeira**, Curitiba, n.84, p.34-46. 2004.