

MINISTÉRIO DA AGRICULTURA
INSTITUTO BRASILEIRO DE DESENVOLVIMENTO FLORESTAL
DEPARTAMENTO DE ECONOMIA FLORESTAL
LABORATÓRIO DE PRODUTOS FLORESTAIS

DE - SÉRIE TÉCNICA N° 4

AGLOMERADO DE MISTURA DE ESPÉCIES TROPICAIS DA AMAZÔNIA

Brasília, 1982

Ministro da Agricultura
Ângelo Amaury Stabile

Presidente do IBDF
Mauro Silva Reis

Diretor do DE
Joésio Deoclécio Pierin Siqueira

Coordenador do LPF
Floriano Pastore Junior

CORPO EDITORIAL

Mauro Silva Reis - Ph.D.
Carlos Marx R. Carneiro - Ph.D.
Antonio Paulo M. Galvão - Ph.D.
Manoel Sobral Filho - Ph.D.
Júlio de Castro Paixão - M.Sc
Cleuber Delano José Lisboa - M.Sc
Joésio Deoclécio P. Siqueira - M.Sc

MINISTÉRIO DA AGRICULTURA
INSTITUTO BRASILEIRO DE DESENVOLVIMENTO FLORESTAL
DEPARTAMENTO DE ECONOMIA FLORESTAL
LABORATÓRIO DE PRODUTOS FLORESTAIS

AGLOMERADO DE MISTURA DE ESPÉCIES
TROPICAIS DA AMAZÔNIA

Autores:

- * Roberto Massato Nakamura
- ** Manoel Sobral Filho

- * Engenheiro Florestal, responsável pelo trabalho
- ** Químico (Msc, PhD), colaborador na análise dos dados e redação da publicação.

Brasília, 1982

RESUMO

Uma combinação da madeira de 36 espécies tropicais da Floresta Nacional do Tapajós foi usada para a fabricação de chapas de aglomerado de densidade $0,75 \text{ g/cm}^3$. Em geral, as chapas apresentaram resistência mecânica e estabilidade dimensional (inchamento) acima dos valores normalmente exigidos para aglomerados destinados a uso estrutural. Os resultados indicam que a matéria prima formada pela combinação de um número elevado de espécies da Amazônia é adequada para a fabricação de chapas de aglomerado.

SUMMARY

A mixture of the wood of 36 amazonian tropical species was used to manufacture 0.75 g/cm³ density flakeboards. In general, the boards met the strength and thickness stability requirements for an structural type panel, indicating that the mixed amazonian tropical species can be an adequate raw material for particleboard production.

AGRADECIMENTOS

Os autores agradecem a participação dos pesquisadores Deus deth Dutra e Leônidas Gallo Tobar Villacis pelos experimentos preliminares e início deste projeto.

Também agradecem a valiosa colaboração na revisão deste trabalho do Dr. Cleuber Delano José Lisboa, à época, Coordenador do LPF; e a Srt^a. Regina Célia de Moraes Bello pelos serviços datilográficos.

CONTEÚDO

PÁGINA

RESUMO
SUMMARY
AGRADECIMENTOS

1. INTRODUÇÃO	01
2. MATERIAIS E MÉTODOS	01
3. RESULTADOS E DISCUSSÃO	06
4. CONCLUSÃO	09
5. LITERATURA CITADA	10

1. INTRODUÇÃO

A maioria dos processos tecnológicos adotados pelas indústrias de produtos florestais tem rígidas exigências em relação às espécies, tamanho e qualidade da matéria prima madeireira, uma vez que estes processos foram quase que totalmente desenvolvidos em países com grandes reservas de florestas homogêneas.

A utilização dos recursos florestais da Amazônia praticamente restringe-se à produção de madeira serrada, laminados e compensados. Este sistema de utilização da floresta implica em uma exploração seletiva, com o corte e extração somente das espécies consideradas valiosas do ponto de vista da produção e comercialização destes produtos.

A utilização dos resíduos gerados na produção de madeiras serradas, laminados e compensados, juntamente com misturas de espécies preteridas no atual sistema de exploração florestal, poderia viabilizar-se através da produção de aglomerados.

Tecnicamente é possível fabricar aglomerados de qualidade comercial a partir de qualquer espécie ou mistura de espécies madeireiras. O Laboratório de Produtos Florestais (LPF) está desenvolvendo um projeto de pesquisa objetivando promover a ampliação do uso dos recursos florestais da Amazônia através da fabricação de chapas de aglomerado.

Este informe técnico focaliza as propriedades de um tipo de aglomerado manufaturado no LPF usando uma combinação de 36 espécies da Amazônia.

2. MATERIAIS E MÉTODOS

Os estudos iniciais do LPF na área de aglomerado, concentraram-se na utilização de 36 espécies da Floresta Nacional do Tapajós.

O aglomerado foi fabricado usando-se uma combinação das espécies, de forma que a quantidade de cada uma na mistura fosse proporcional ao seu volume na área inventariada.

Para o cálculo de porcentagem de cada espécie a ser colocada na mistura, foram usados dados preliminares, obtidos em um inventário florestal da região de Santarém, realizado pelo IBDF. Esses dados preliminares indicaram a ocorrência de mais de 300 espécies na área das

quais 36 espécies foram estudadas quanto à combinação de partículas. A ta
bela 1 lista as espécies e as respectivas densidades e porcentagens inclu
das na mistura usada.

O sistema de combinação usado resultou em uma mistura de partícu
las com uma densidade média de $0,55 \text{ g/cm}^3$, o que permitiu a manufatura de
chapas de densidade média, usando-se uma razão de compactação (densidade
de chapa/densidade média da mistura de espécies) de 1,36.

A madeira com um conteúdo de umidade de cerca de 40% foi reduzida
a partículas em um picotador de disco, marca BEZNER. As facas foram regu
ladas de tal forma a produzir partículas tipo "flake", com uma espessura '
de 0,2 mm e um comprimento de 2 cm.

Após a operação de picotagem, e antes da mistura das espécies, as
partículas foram submetidas à secagem em estufa, até um conteúdo de umida-
de de aproximadamente 3%. O pó e o material mais fino (não retido em uma pe
neira com aberturas de 1,5 mm de diâmetro) foram retirados antes de se pro
ceder a mistura de espécies.

Utilizou-se como adesivo uma resina comercial a base de uréia-for-
maldeído com 60% de sólidos resinosos, adicionando-se também uma solu
ção de parafina com concentração de 50%.

As seguintes condições foram mantidas constantes na manufatura '
das chapas:

tipo de chapa - camada única homogênea
tamanho da chapa - $57 \times 52 \times 1,5 \text{ cm}$
densidade da chapa - $0,75 \text{ g/cm}^3$
razão de compressão - 1,2/1
porcentagem de resina - 10% de sólidos resinosos, sobre o peso
seco das partículas.
porcentagem de parafina - 1% de sólidos sobre o peso seco das '
partículas
conteúdo de umidade do colchão - $10 \pm 1\%$
temperatura da prensa - 150°C
tempo para fechar a prensa - 1 minuto
tempo total de prensagem - 8 minutos

Anteriormente à definição dos parâmetros mencionados, executou-
se uma série de experimentos preliminares, variando-se a porcentagem de
cola, a temperatura da prensa e o tempo total de prensagem, visando deter

quais 36 espécies foram estudadas quanto à combinação de partículas. A ta
bela 1 lista as espécies e as respectivas densidades e porcentagens incluí
das na mistura usada.

O sistema de combinação usado resultou em uma mistura de partícu
las com uma densidade média de $0,55 \text{ g/cm}^3$, o que permitiu a manufatura de
chapas de densidade média, usando-se uma razão de compactação (densidade
de chapa/densidade média da mistura de espécies) de 1,36.

A madeira com um conteúdo de umidade de cerca de 40% foi reduzida
a partículas em um picotador de disco, marca BEZNER. As facas foram regu
ladas de tal forma a produzir partículas tipo "flake", com uma espessura '
de 0,2 mm e um comprimento de 2 cm.

Após a operação de picotagem, e antes da mistura das espécies, as
partículas foram submetidas à secagem em estufa, até um conteúdo de umida-
de de aproximadamente 3%. O pó e o material mais fino (não retido em uma pe
neira com aberturas de 1,5 mm de diâmetro) foram retirados antes de se pro
ceder a mistura de espécies.

Utilizou-se como adesivo uma resina comercial a base de uréia-for
maldeído com 60% de sólidos resinosos, adicionando-se também uma solu
ção de parafina com concentração de 50%.

As seguintes condições foram mantidas constantes na manufatura '
das chapas:

tipo de chapa - camada única homogênea

tamanho da chapa - $57 \times 52 \times 1,5 \text{ cm}$

densidade da chapa - $0,75 \text{ g/cm}^3$

razão de compressão - 1,2/1

porcentagem de resina - 10% de sólidos resinosos, sobre o peso
seco das partículas.

porcentagem de parafina - 1% de sólidos sobre o peso seco das '
partículas

conteúdo de umidade do colchão - $10 \pm 1\%$

temperatura da prensa - 150°C

tempo para fechar a prensa - 1 minuto

tempo total de prensagem - 8 minutos

Anteriormente à definição dos parâmetros mencionados, executou-
se uma série de experimentos preliminares, variando-se a porcentagem de
cola, a temperatura da prensa e o tempo total de prensagem, visando deterter

minar condições ótimas para assegurar uma adequada quantidade de adesivo e sua completa polimerização. Os resultados obtidos indicaram que as condições utilizadas na manufatura das chapas eram as mais indicadas para assegurar uma boa colagem.

A cola e a parafina foram aplicadas em forma de "spray", usando - se um misturador de cola mecânico, tipo DRAIS FSP 80. A abertura dos bicos de "spray" foi regulada para 2 mm de diâmetro. A pressão do ar foi mantida em 2 Kg/cm². Em cada batelada preparou-se material suficiente para uma chapa.

Os colchões foram formados manualmente, deixando-se que as partículas caíssem em queda livre sob uma placa de alumínio.

Os colchões foram prensados até uma espessura de 1,5 cm, usando-se barras de ferro para controlar a espessura final. As pressões necessárias para fechar a prensa até a espessura especificada variaram de 30 a 40 Kg/cm². Após a prensagem dos colchões, as chapas resultantes foram condicionadas à uma umidade relativa do ar de 65% e à uma temperatura de 20°C.

Dezesseis chapas foram fabricadas de acordo com o esquema descrito anteriormente. Estas chapas foram avaliadas através da determinação de propriedades mecânicas (tração perpendicular ao plano da chapa e flexão estática) e uma propriedade de estabilidade dimensional (inchamento).

A preparação das amostras para estes testes, bem como a execução dos testes, seguiu as normas DIN 68761 (5) para chapas de aglomerado.

TABELA 1 - ESPÉCIES USADAS NA MISTURA DE PARTÍCULAS PARA
FABRICAÇÃO DE AGLOMERADO

<u>Nome Científico</u>	<u>Nome Comum</u>	<u>Densidade Básica*</u> (g/cm ³)	<u>P.E.M.P.</u> (%) **
<i>Brosimum parinarioides</i> Ducke	Anapá doce	0,57	5,3
<i>Brosimum potabile</i> Ducke	Anapá doce	0,53	5,3
<i>Carapa guianensis</i> Aubl.	Andiroba	0,59	2,9
<i>Protium heptaphyllum</i> (Aubl.) March	Breu	0,55	1,0
<i>Trattinickia burserifolia</i> (Mart.) Willd.	Breu sucuruba	0,44	1,2
<i>Bertholettia excelsa</i> Humb. e Bonpl.	Castanheira	0,63	7,7
<i>Copaifera reticulata</i> Ducke	Copaíba	0,62	1,3
<i>Copaifera duckei</i> Dwyer	Copaíba	0,62	0,6
<i>Enterolobium maximum</i> Ducke	Faveira tamboril	0,42	1,2
<i>Piptadenia communis</i> Benth.	Faveira folha fina	0,68	6,0
<i>Mezilaurus itauba</i> (Meissn.) Taubert ex Mez	Itaúba amarela	0,70	4,5
<i>Nectandra rubra</i> (Mez) C.K. Allen	Louro vermelho	0,55	1,0
<i>Laetia procera</i> (P. et E.) Eichl.	Pau jacaré	0,68	0,6
<i>Cordia goeldiana</i> Huber	Freijó	0,48	1,0
<i>Cordia bicolor</i> D. C.	Freijó	0,49	0,8
<i>Erisma uncinatum</i> Warm.	Quarubarana	0,48	1,0
<i>Tachigalia myrmecophylla</i> Ducke	Tachi preto folha fina	0,56	1,3
<i>Sclerolobium aff. crysophyllum</i> Poepp. e Endl.	Tachi vermelho	0,62	2,8
<i>Alexa grandiflora</i> Ducke	Melancieira	0,60	3,7
<i>Courotari</i> sp	Tauari/Tauari vermelho	0,62	10,0
<i>Iryanthera</i> sp	Ucuubarana	0,63	1,1
<i>Anacardium spruceanum</i> Benth. ex Engl.	Caju-açu	0,42	0,6
<i>Protium</i> sp	Breu sucuruba	0,63	1,0

TABELA 1 - (CONT.)

<u>Nome Científico</u>	<u>Nome Comum</u>	Densidade Básica* (g/cm ³)	P.E.M.P. (%) **
<i>Parkia multijuga</i> Benth.	Faveira bengué	0,38	1,5
<i>Virola michellii</i> Heckel	Ucuíba de terra firme	0,50	0,5
<i>Anacardium microsepalum</i> Loes.	Caju-açu	0,47	0,6
<i>Couratari oblongifolia</i> Ducke et Knuth	Tauari	0,49	10,0
<i>Couratari stellata</i> A. C. Smith	Tauari	0,65	10,0
<i>Parkia gigantocarpa</i> Ducke	Fava bolota	0,57	2,2
<i>Joannesia heveoides</i> Ducke	Castanha de arara/mungu ba grande	0,39	0,5
<i>Brosimum</i> sp	Mururé	0,53	5,0
<i>Couratari guianensis</i> Aubl.	Tauari	0,52	2,0
<i>Iryanthera grandis</i> Ducke	Ucuubarana	0,63	1,1
<i>Eschweilera grata</i> Sandw.	Mata-mata	0,64	3,3
<i>Anacardium parvifolium</i> Ducke	Caju-açu	0,45	0,8
<i>Anacardium giganteum</i> Hancock ex Engl.	Caju-açu	0,44	0,8
T O T A L			100,00

* Peso Específico Básico

** Porcentagem da Espécie na Mistura de Partículas

3. RESULTADOS E DISCUSSÃO

Os resultados dos testes encontram-se na Tabela 2. Ainda nesta tabela encontram-se os valores para um tipo de aglomerado comercial produzido nos Estados Unidos.

Graças à alta qualidade das partículas geradas no picotador de disco, que caracterizaram-se por uma alta razão comprimento/espessura, as chapas fabricadas no LPF apresentaram alto módulo de ruptura que excedeu em mais de duas vezes o módulo de ruptura da chapa comercial usada como comparação (Tabela 2). As partículas utilizadas nas faces de ambos os tipos de chapas, comparadas na Tabela 2, foram produzidas com picotadores de disco, e as diferenças no módulo de ruptura podem ser atribuídos principalmente à diferença de densidade das chapas ($0,76 \text{ g/cm}^3$ para o aglomerado fabricado no LPF e $0,65 \text{ g/cm}^3$ para o aglomerado comercial), e em menor escala à utilização de espécies diferentes, pois a chapa comercial foi produzida com partículas de Pinus elliottii nas faces.

O aglomerado produzido no LPF seria indicado para aplicações estruturais, onde uma resistência relativamente alta à flexão estática é necessária. Entretanto, deve-se ressaltar que devido ao tipo de adesivo usado (uréia-formaldeído), este aglomerado só poderá ser utilizado em interiores, pois a ação da umidade excessiva, normalmente existente em aplicações exteriores, levaria a uma rápida degradação da colagem.

A resistência das chapas experimentais à tração perpendicular ao plano da chapa, ou ligação interna, revelou-se relativamente baixa. Este resultado já era esperado, uma vez que o uso de partículas tipo "flake" normalmente não favorece o desenvolvimento de uma alta resistência à tração. Esta propriedade depende substancialmente do grau de contacto inter-partículas e do grau de ligação partícula-partícula, os quais são maximizados quando se usa partículas menores e, mesmo, alguma quantidade de material mais finamente dividido, como o pó de serra, contribuindo para diminuir o tamanho e número de poros, e consequentemente reduzindo o volume vazio (4,9).

A chapa comercial usada como comparação na Tabela 2, foi fabricada em 3 camadas, tendo na camada central partículas menores geradas em um picotador de anel, o qual produz uma parcela bem maior de material fino e diminuto do que o picotador de disco. Este é, então, a principal razão para este tipo de aglomerado possuir tração mais elevada

PROPRIEDADES DO AGLOMERADO DE MISTURA DE
ESPÉCIES AMAZÔNICAS E AGLOMERADO COMERCIAL

CHAPA	Nº DE AMOSTRAS TESTADAS	DENSIDADE (g/cm ³)	FLEXÃO ESTÁTICA (MOR) (Kg/cm ²)	TRAÇÃO PERPENDICULAR (LIGAÇÃO INTERNA) (Kg/cm ²)	INCHAMENTO 2 h (%)	INCHAMENTO 24 h (%)
36 espécies Amazônicas	64	0,76	470	5,0	2,7	7,9
Comercial ¹	-	0,65	196	7,1	3,5	-

¹Dados de um aglomerado tipo "flakeboard", colocado no mercado dos Estados Unidos. Fonte: McNatt (8).

da que o aglomerado desenvolvido no LPF, apesar da maior densidade deste último.

Além do aspecto da diferença em geometria das partículas e densidade, deve-se observar que a resistência à tração também é fortemente determinada pela quantidade de resina (2), sua atomização (6,7) assim como sua distribuição (3,7).

A estabilidade dimensional é uma das mais importantes propriedades do aglomerado, dada a necessidade de se manter no mínimo possível as variações dimensionais deste material em praticamente todas as suas aplicações. A avaliação da estabilidade dimensional do aglomerado é normalmente efetuada através da determinação da expansão linear (medida no plano da chapa) e do inchamento (medido na espessura da chapa).

Não se determinou a expansão linear das chapas produzidas no LPF, devido à falta de uma câmara com controle adequado de temperatura e umidade relativa do ar. Entretanto, a expansão linear do aglomerado em geral não ultrapassa 1%, e é bem menos crítica que o inchamento, que pode chegar a 20 - 30%.

O aglomerado fabricado no LPF revelou excelentes características no que concerne ao inchamento. Tanto o inchamento após 2 horas (2,7%) e após 24 horas (7,9%) de imersão em água, estão abaixo dos valores máximos permitidos nas especificações das Normas DIN 68761 (5).

Estes resultados são extremamente favoráveis quando comparados com inchamento de algumas chapas fabricadas comercialmente no Brasil, e testadas no LPF. Estas chapas apresentaram inchamento (imersão por 24 h) na faixa de 15 - 20%. Este alto inchamento é provavelmente o aspecto mais negativo com relação a utilização do aglomerado, seja na fabricação de móveis, ou em usos estruturais.

O inchamento depende principalmente de dois fatores: 1º) a natureza e quantidade da cola, e 2º) a espessura das partículas. O excelente resultado conseguido para o aglomerado fabricado no LPF deve-se em parte à relativamente alta porcentagem de cola adicionada (10%), e à pequena espessura (0,2 mm) das partículas.

Sabe-se, entretanto, que em um período de imersão de 24 h, chapas relativamente densas, como as fabricadas no LPF, não são suficientemente expostas à umidade, pois o número e tamanho dos poros é reduzido e assim este teste tende a resultar em valores relativamente baixos para o inchamento. Neste caso, períodos mais longos de exposição à umidade produziriam inchamentos superiores aos observados no teste de 24 h.

4. CONCLUSÃO

O aglomerado fabricado no LPF, a partir de uma combinação de 36 espécies da Floresta Amazônica, possui excelente resistência à flexão estática e ao inchamento determinado por imersão em água durante 2 h e 24 h. Os valores para a resistência à tração perpendicular ao plano da chapa foram apenas razoáveis, mas ainda assim satisfizeram plenamente as especificações contidas em normas para este produto.

No cômputo geral, pode-se concluir que do ponto de vista tecnológico, é perfeitamente viável fabricar-se aglomerado usando-se misturas de espécies da Amazônia como fonte de matéria prima madeireira. Através da modificação de parâmetros do processo de manufatura, tais como quantidade de resina, densidade da chapa, e geometria das partículas, pode-se facilmente produzir diferentes tipos de chapas com as características adequadas às exigências de faixas específicas do mercado consumidor de aglomerado.

5. LITERATURA CITADA

1. Boehner, A. W. e R. O. Gerjejansen. 1975. Effect of three species of logging slash on the properties of aspen planer shavings particleboard. Forest Products Journal 25 (12): 36-42.
2. Burrows, C. H. 1961. Some factors affecting resin efficiency in flakeboard. Forest Products Journal 11 (1): 27-33.
3. Carrol, M. N. e D. Mcvey. 1962. An analysis of resin efficiency in particleboard. Forest Products Journal 12 (7): 305-310.
4. Gatchel, C. J.; B. Heebink e F. V. Hefty. 1966. Influence of component variables on properties of particleboard for exterior use. Forest Products Journal 16 (4): 46-59.
5. German Standards Committee (Deutschen Normenausschuss). 1971. Specifications for particleboard. DIN 68761 (1) - 1961 (3). 1967. Taschewbuch 31, Holz.
6. Kehr, E.; K. H. Macnt e G. Riehl. 1964. Contributions to the gluing and bonding process with chips in particleboard manufacture: I. About the influence of the throughput of binders when whirling nozzles are used. Holztechnologie 5 (1): 17-26.
7. Lehmann, W. F. 1965. Improved particleboard through better resin efficiency. Forest Products Journal 15 (4): 155-161.
8. McNatt, J. Dobbin. 1973. Basic engineering properties of particleboard. Research Paper FPL 206. U.S. Department of Agriculture, Forest Products Laboratory, Madison, Wisconsin.
9. Sobral Filho, Manoel. 1979. The influence of wood furnish type on properties of oriented strand panels. PhD Dissertation. University of Idaho, Moscow, Idaho.