

MINISTÉRIO DO INTERIOR
INSTITUTO BRASILEIRO DO MEIO AMBIENTE E DOS RECURSOS
NATURAIS RENOVÁVEIS
DIRETORIA DE INCENTIVO À PESQUISA E DIVULGAÇÃO
LABORATÓRIO DE PRODUTOS FLORESTAIS

LPF – SÉRIE TÉCNICA Nº 3

SECAGEM CONVENCIONAL DE NOVE ESPÉCIES DE MADEIRAS DA AMAZÔNIA

Brasília, 1989

Ministro do Interior

João Alves Filho

**Presidente do Instituto Brasileiro do Meio Ambiente e dos Recursos
Naturais Renováveis**

Fernando César de Moreira Mesquita

Diretor da Diretoria de Incentivo à Pesquisa e Divulgação

Luiz Fernando Soares de Assis

Chefe do Laboratório de Produtos Florestais

Mário Rabelo de Souza

COMITÊ EDITORIAL

Eleazar Volpato, Ph. D.

Marcos Antonio Eduardo Santana, Ph. D.

Sebastião Kengen, Ph. D.

Tereza Cristina Monteiro Pastore, M. Sc.

Vera Teresinha Rauber Coradin, M. Sc.

PUBLICAÇÃO

Ernesto Paz Guimarães

Noemia Regina Santos do Nascimento

Tereza Cristina Monteiro Pastore

Yeda Soares de Lucena Bataus

SECAGEM CONVENCIONAL DE NOVE ESPÉCIES DE MADEIRAS DA AMAZÔNIA

**Autores: Varlone Alves Martins *
Luís Carlos de S. Oliveira ****

* Eng.^o Florestal — pesquisador do LPF/DIRPED/IBAMA, bolsista do CNPq.
** Eng.^o Químico, M. Sc. — pesquisador do DIMAT/IPT.

Instituto Brasileiro do Meio Ambiente e dos Recursos Naturais Renováveis. Diretoria de Incentivo à Pesquisa e Divulgação. Laboratório de Produtos Florestais. Brasília, D. F.

Secagem convencional de nove espécies de madeiras da Amazônia, por Varlone Alves Martins e Luís Carlos de S. Oliveira. Brasília, D. F., 1989.

12p. ilustr. (IBAMA. DIRPED. LPF. Série Técnica, 3).

1. Madeira-Secagem convencional — Brasil—Amazônia. I. Martins, Varlone Alves. II. Oliveira, Luís Carlos de S. III. título. IV. série.

ÍNDICE

RESUMO	5
ABSTRACT	5
1. INTRODUÇÃO	7
2. MATERIAL E MÉTODOS	7
3. RESULTADOS E DISCUSSÃO	8
4. CONCLUSÃO	9
5. AGRADECIMENTOS	10
6. REFERÊNCIAS BIBLIOGRÁFICAS	10
ANEXO I	11
ANEXO II	12
ANEXO III	12

RESUMO

Nove espécies madeiras da Região Amazônica foram agrupadas e submetidas simultaneamente à secagem convencional nos moldes de escala semi-industrial.

Constatou-se a possibilidade da secagem em grupo de sete das nove espécies testadas, obtendo-se uma velocidade de secagem média de 8 dias com defeitos pouco expressivos.

São apresentados ainda programas de secagem para as duas espécies que não tiveram resultados satisfatórios para a secagem em grupo.

ABSTRACT

Nine wood species from Amazon Region were grouped and dried at once in a conventional kiln, according to an industrial scale.

Seven of those species dried satisfactorily with an average dry time of eight days.

For the other two species which were not dried enough together, a proper dry schedules are presented.

1. INTRODUÇÃO

No processamento primário da madeira, a secagem é considerada uma das fases mais importantes da indústria madeireira. Na Região Amazônica, as condições climáticas manifestadas através da umidade relativa do ar, temperatura, etc. não favorecem a secagem ao ar livre (secagem natural), sendo que a introdução de métodos artificiais, quando dentro de critérios técnicos corretos, tem beneficiado o setor, dando maior flexibilidade ao mercado.

A secagem de madeira teve sua importância acentuada na Amazônia com a ampliação da utilização da madeira, saindo do uso restrito às proximidades dos locais de desdobro, para o transporte até outras regiões, inclusive para o mercado externo.

A diminuição do teor de umidade da madeira (secagem), além de garantir melhor qualidade ao usuário, baixa sensivelmente os custos do transporte, influi favoravelmente no uso final, reduzindo a susceptibilidade ao ataque de fungos e insetos e produzindo maior estabilidade dimensional às peças de madeira.

O Brasil possui grandes possibilidades de se tornar um dos maiores produtores florestais do mundo num curto espaço de tempo. Por isso, considera-se de suma importância um conhecimento profundo da situação atual no que toca a equipamento empregado, operação e condições técnicas da secagem artificial. Emprego de equipamentos que consumam combustíveis alternativos e difusão de técnicas de secagem artificial de madeira devem ser estimulados na região, visando à melhoria do produto madeireiro, tanto para o mercado interno como para exportação.

1.1 Objetivos gerais do estudo

- avaliar o comportamento de 9 espécies madeireiras da Amazônia na secagem convencional nos moldes da escala semi-industrial, visando à preparação de peças de mostruário para apresentação na Feira Internacional de Hannover, Alemanha, em 1982.
- observar as eventuais dificuldades e variações no comportamento das espécies quando submetidas, simultaneamente, às mesmas condições de secagem.

2. MATERIAL E MÉTODOS

2.1 Material

- Madeiras para os testes

A seleção das espécies para apresentação na Feira de Hannover baseou-se nos seguintes critérios:

- alto índice de ocorrência
- propriedades físicas e mecânicas já estudadas
- aptidão a diversos usos finais.

As madeiras escolhidas constam do Quadro 1.

Quadro 1 — Lista das espécies selecionadas

NOME COMUM	NOME BOTÂNICO
Jatobá	<i>Hymenaea courbaril</i> L.
Tatajuba	<i>Bagassa guianensis</i> Aubl.
Pará-pará	<i>Jacaranda copaia</i> (Aubl.) D. Don.
Cumaru	<i>Dipteryx odorata</i> Willd.
Sucupira	<i>Bowdichia nitida</i> Spruce
Quaruba	<i>Vochysia maxima</i> Ducke
Quarubarana	<i>Erisma uncinatum</i> Warm.
Cupituba	<i>Goupia glabra</i> Aubl.
Louro-vermelho	<i>Ocotea rubra</i> (Mez) C. K. Allen Sin. <i>Nectandra rubra</i> Mez.

b) Equipamento utilizado

O secador instalado no Centro de Tecnologia Madeireira da SUDAM, em Santarém, PA, é de fabricação nacional. Tem capacidade para 20m³ e é equipado com controle automático GANN, modelo Hidromat TKA-IV, de fabricação alemã. O sistema de controle é eletrônico e o aquecimento é produzido por serpentinas a vapor gerado em caldeira a lenha.

2.2 Métodos

a) Secagem convencional

Entende-se por secagem convencional qualquer método de secagem que utilize uma câmara fechada com controle de temperatura, umidade relativa e velocidade do ar, operando numa faixa de temperatura entre 40 e 100°C. O sistema de controle automático Hidromat TKA-IV foi projetado de forma a requerer um mínimo de ajustes e manipulações para conduzir o processo de secagem. A operação inteira é controlada automaticamente até o término, quando ocorre o desligamento dos ventiladores, sendo que todos os parâmetros que dirigem o processo de secagem: condições durante o aquecimento inicial, potencial de secagem e suas variações, temperatura e suas variações e condições de umidade de equilíbrio durante o condicionamento são computados pelo controle automático, tendo como referência a espécie e o teor de umidade da madeira.

b) Procedimento operacional

As nove espécies obtidas em madeiras locais, de acordo com o item 2.1., foram testadas simultaneamente com a finalidade não só de poupar tempo, mas também de observar as eventuais variações no comportamento das espécies quando submetidas às mesmas condições de secagem.

Após o material ter sido desdobrado em tábuas de 8" x 3/4 x 168", as mesmas foram empilhadas no secador (como na Figura 2.2.c ao lado), sendo escolhida uma tábua por espécie para controle da secagem, determinando-se seu teor de umidade através de pesagens sucessivas. Os corpos-de-prova para determinação do peso seco (em estufa a $103 \pm 2^{\circ}\text{C}$ até peso constante) foram retirados das regiões centrais destas tábuas nas dimensões de 3" x 3/4" x 8".

As tábuas para controle de secagem ficaram divididas ao meio, conforme mostra a Figura 2.2.a.

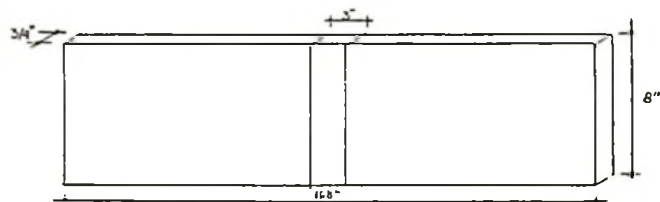


Figura 2.2.a – Preparação das amostras de controle de secagem

No empilhamento cuidou-se para que as amostras representativas de cada espécie (amostras de controle de secagem) pudessem ser retiradas facilmente para pesagem, utilizando-se separadores especialmente preparados e dispondo estas amostras do lado externo das pilhas formadas dentro do secador, conforme se vê na Figura 2.2.b.

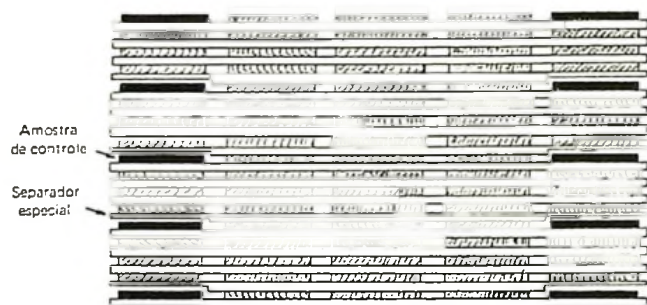


Figura 2.2.b – Disposição das amostras de controle dentro das pilhas de madeira

Programa utilizado na secagem

T.U. %	T ^o C	T.U.E. %	POTENCIAL DE SECAGEM
Saturado	42	18,6	—
30	43	12,3	2,44
24	45	12,1	2,00
20	48	9,5	2,10
15	50	6,4	2,34
12	50	3,2	3,75

onde: T.U. = teor de umidade de tábua
mais úmida (%)
T^oC = temperatura
T.U.E. = teor de umidade de equilíbrio (%)

Ajustes do controle automático

- . Grupo de madeiras: grupo 01
- . Intensidade: normal
- . Espécie: ajuste 03
- . T.U. final: 12%
- . Aquecimento inicial: 20mm (ajuste do timer para grupo 01).

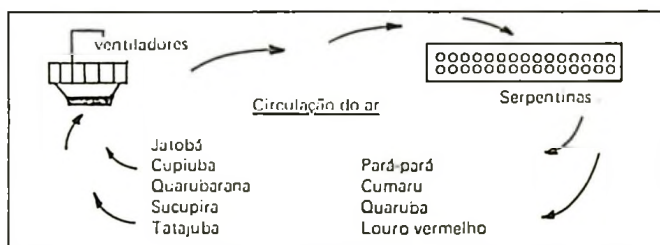


Figura 2.2.c – Distribuição das espécies dentro do secador

3. RESULTADOS E DISCUSSÃO

3.1 Teor de umidade final

O programa de secagem utilizado visava a atingir um teor de umidade final de 12% (base seca). Analisando a Tabela 3.1.a., na coluna de umidade final, constatou-se que, com exceção da cupiúba e do louro-vermelho, todas as espécies atingiram um teor de umidade próximo ou igual ao requerido.

3.2 Qualidade do material ao final da secagem

Os defeitos apresentados pelas amostras foram classificados de acordo com os seguintes critérios e lançados na Tabela 3.1.a:

RACHADURAS

- | | | |
|----------|--------------|----------------|
| . Fortes | largura: | superior a 2mm |
| | comprimento: | superior a 2cm |
| . Médias | largura: | entre 1 e 2mm |
| | comprimento: | entre 1 e 2cm |
| . Leves | largura: | menor que 1mm |
| | comprimento: | menor que 1cm |

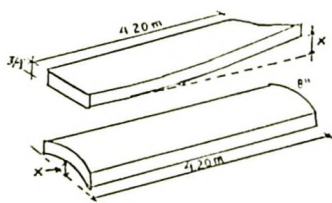
Tabela 3.1.a – Resultados da secagem

ESPÉCIE	Número de amostras por espécie	Tempo de secagem (dias)	Teor de umidade inicial (%)	Teor de umidade final (%)	Densidade básica (g/cm^3)	Massa específica aparente (verde) (kg/m^3)	CONTRAÇÃO (%)			OBSERVAÇÕES
							TANGENCIAL	RADIAL	T/R (coeficiente de retratibilidade)	
Jatobá	22	07	25	10,5	0,75	1220	7,30	3,68	2,1	Sem defeitos significativos.
Tatajuba	17	07	89	12,0	0,70	1070	5,80	4,10	1,4	Leve torção e acanoamento.
Pará-pará	13	07	81	12,5	0,31	840	8,20	5,40	1,5	Fortes rachaduras nos extremos.
Cumarú	25	09	49	11,0	0,91	1280	8,27	5,76	1,4	Sem defeitos significativos.
Sucupira	25	07	51	12,8	0,85	1210	8,59	6,01	1,4	Sem defeitos significativos.
Quaruba	25	09	133	10,3	0,46	1100	9,10	3,30	2,8	Sem defeitos significativos.
Quarubarana	15	09	122	12,3	0,48	1100	8,70	3,60	2,3	Leves rachaduras nos extremos.
Cupiúba	25	12	34	18,0	0,72	1000	7,61	4,39	1,7	Leves rachaduras superficiais (não secou suficientemente).
Louro-vermelho	24	12	80	23,5	0,55	1050	7,90	3,20	2,5	Sem defeitos significativos (não secou suficientemente).

EMPENOS

Torções (twist) leve:
 $x \leq 2\text{cm}$

Acanoamento (cup) leve:
 $x \leq 0,5\text{cm}$



De uma maneira geral, o material após a secagem apresentou excelente qualidade, sendo que as pequenas rachaduras e os leves empenos verificados em algumas espécies não chegaram a comprometer o aproveitamento das amostras na confecção das peças a que se destinaram.

As amostras de louro-vermelho e de cupiúba não atingiram o teor de umidade desejado no tempo disponível, tendo então que ser utilizadas, na confecção das peças de mostruário, com umidade ligeiramente alta, produzindo posteriormente algum acanoamento nas mesmas.

O programa utilizado mostrou-se muito suave para estas duas espécies, pois as mesmas necessitariam de um tempo maior para atingir o teor de umidade desejado, se processadas com este programa, o que economicamente não é desejável. No entanto, o mesmo programa mostrou sua viabilidade para as outras sete espécies secas em grupo, sendo

que estas atingiram o teor de umidade desejado (12%) num período médio de oito dias, tempo de secagem considerado rápido (IBDF, 1981) e sem prejuízo da utilização final desejada.

Louro-vermelho e cupiúba são espécies que apresentam algumas características anatômicas e químicas, as quais interferem e retardam o processo de secagem. Devem, portanto, ser secas utilizando-se programas especificamente preparados para elas, com parâmetros mais apropriados às dificuldades de secagem que apresentam.

O programa suave pode ser corrigido para as condições exigidas pelas espécies louro-vermelho e cupiúba, logo após a retirada das outras espécies.

Programas de secagem para louro-vermelho e cupiúba são apresentados nos Anexos I e II, respectivamente, inclusive com algumas considerações sobre as dificuldades encontradas na secagem. O Anexo III apresenta a determinação da umidade inicial das amostras.

4. CONCLUSÃO

Evidentemente, a situação ideal recomenda a secagem de uma só espécie em cada carga. A mistura de espécies po-

derá acarretar problemas de qualidade e de uniformidade na distribuição da umidade final.

No presente estudo, as espécies foram submetidas à secagem simultânea para se obter uma avaliação preliminar do comportamento. Os resultados aqui apresentados devem ser entendidos como uma abordagem inicial, cujo objetivo é fornecer elementos para pesquisas isoladas sobre as espécies de madeiras escolhidas para este estudo.

5. AGRADECIMENTOS

Ficam aqui registrados os agradecimentos ao Centro de Tecnologia Madeireira — CTM, em Santarém-PA, na pessoa do Diretor Eng.^o César Augusto Carneiro Lopes, e aos Eng.^{os} Raimundo Solano A. Dourado e Luiz Manuel Pedroso pela colaboração prestada na execução deste trabalho.

Registram-se ainda os agradecimentos à CEMEX — Comercial Madeiras Exportação S.A., demais madeireiras de Santarém, que contribuíram para a obtenção das amostras aqui processadas, e à Sra. Regina Célia de M. Garcia pelos serviços datilográficos.

6. REFERÊNCIAS BIBLIOGRÁFICAS

1. IBDF. Madeiras da Amazônia. Características e Utilização. Vol. 1, Florestal Nacional do Tapajós. Brasília, CNPq. 1981. 113 p.
2. SUDAM/IPT. Estudo sobre métodos de secagem de madeiras da Amazônia. Belém. SUDAM, 1981. 77 p. ilustr. tab.
3. TOMASELLI, Ivan. Condições de secagem artificial de madeiras serradas no Paraná e Santa Catarina. Curitiba, Universidade Federal do Paraná, Curso do Pós-Graduação em Engenharia Florestal, 1974. 11 p.

ANEXO I

PROGRAMA DE SECAGEM PARA LOURO-VERMELHO

Louro-vermelho — *Nectandra rubra* Mez. C.K. Allen
(Sin.: *Ocotea rubra* Mez.)

1. METODOLOGIA EMPREGADA

Nos testes de secagem convencional realizados no LPF/DIRPED/IBAMA, em amostras coletadas na Floresta Nacional do Tapajós (PA), a espécie em questão foi submetida ao seguinte programa:

CH (%)	TBS (°C)	TBH (°C)	UE (%)	GS
Saturada	60	58	19,0	—
30	70	65	12,5	2,4
25	80	66	6,5	3,8
20	80	57	5,0	4,0
15	90	66	3,8	3,9
10	90	55	2,0	5,0
Acondicionamento	90	79	9,0	—

onde:

CH = Conteúdo de umidade da amostra mais úmida (%)

TBS = Temperatura do bulbo seco (°C)

TBH = Temperatura do bulbo úmido (°C)

UE = Umidade de equilíbrio (%)

GS = Gradiente de secagem

Tempo de acondicionamento: 6 horas

2. RESULTADOS OBTIDOS

Conteúdo de umidade: 97%

Conteúdo de umidade final: 12,8%

Tempo de secagem: 10 dias

2.1 Defeitos

- Rachas superficiais: 85% das peças normais
- Rachas finais: não apresentou

- Acanoamento (cup): 55% das peças normais
- Torça (twist): 48,1% das peças com torção pouco acentuada
- Endurecimento superficial: 63% das peças com forte endurecimento.

2.2 Observações

Os resultados obtidos são considerados satisfatórios, com exceção do endurecimento superficial que apresentou um índice elevado. Sugere-se aumentar a umidade de equilíbrio do acondicionamento para 14%, buscando reduzir o problema.

3. POSSÍVEIS CAUSAS DA DIFICULDADE DE SECAGEM DO LOURO-VERMELHO

3.1 Causas anatômicas

- Grande teor de óleo (presença de células oleíferas)
- Vasos pouco numerosos e obstruídos por tilos
- Poucas pontuações visíveis e pouco parênquima.

3.2 Causas químicas

Em extração com álcool-benzeno, a espécie apresentou 10,1% de extrativos.

3.3 Causas de processamento

No caso das peças de mostruário para a feira de Hannover, como várias espécies foram submetidas à secagem simultaneamente, não foi possível aplicar-se um programa severo como requer o louro-vermelho, devido à existência de espécies processadas juntas, que exigem programas mais suaves (IBDF, 1981 e SUDAM/IPT, 1981).

O programa utilizado então foi muito suave para o louro-vermelho, fazendo com que a espécie não secasse no prazo de 12 dias (tempo máximo disponível para a secagem das espécies, de acordo com a urgência do projeto).

ANEXO II PROGRAMA DE SECAGEM PARA CUPÍUBA

Cupíuba – *Goupia glabra* Aubl.

1. METODOLOGIA EMPREGADA

Nos testes de secagem convencional realizados no LPF/DIRPED/IBAMA, em amostras coletadas na Reserva Florestal do Curuá-Una (PA), a espécie em questão foi submetida ao seguinte programa:

CH (%)	TBS (°C)	TBH (°C)	UE (%)	GS (%)
Saturada	60	57	16,0	—
30	60	55	12,8	2,3
24	70	65	11,0	2,2
10	70	51	4,8	2,0
Acondicionamento	70	58	9,0	—

onde:

CH = Conteúdo de umidade da amostra mais úmida (%)

TBS = Temperatura do bulbo seco (°C)

TBH = Temperatura do bulbo úmido (°C)

UE = Umidade de equilíbrio (%)

GS = Gradiente de secagem (%)

Tempo de acondicionamento: 6 horas

2. RESULTADOS OBTIDOS

Conteúdo de umidade inicial: 72%

Conteúdo de umidade final: 9,0%

Tempo de secagem: 14 dias

2.1 Defeitos

- Rachas superficiais: normais — 72,8% das peças
- Rachas finais: normais — 72,7% das peças
- Acanoamento (cup): normais — 57,1% das peças

- Torção (twist): normais — 31,8% e 28,6% das peças com torção pouco acentuada.
- Endurecimento superficial (casehardening): normais — 100% das peças.

2.2 Observações

Secagem considerada satisfatória, embora moderadamente lenta (IBDF, 1981).

3. POSSÍVEIS CAUSAS DA DIFICULDADE DE SECAGEM DA CUPÍUBA

3.1 Causas anatômicas

- Vasos pouco numerosos, contendo óleo-resina
- Lume das fibras com óleo-resina.

3.2 Causas químicas

Em extração com álcool-benzeno, a espécie apresentou 10,63% de extrativos.

3.3 Causas de processamento

No caso das peças de mostruário para a feira de Hannover, como várias espécies foram submetidas à secagem simultaneamente, não foi possível aplicar-se um programa severo como requer a cupíuba, devido à existência de espécies processadas juntas, que exigem programas mais suaves (IBDF, 1981 e SUDAM/IPT, 1981).

O programa utilizado então foi muito suave para a cupíuba, fazendo com que a espécie não secasse no prazo de 12 dias (tempo máximo disponível para a secagem das espécies, de acordo com a urgência do projeto).

ANEXO III DETERMINAÇÃO DA UMIDADE INICIAL DAS AMOSTRAS

Código para identificação das espécies

- J — Jatobá
- T — Tatajuba
- P — Pará-pará
- Cm — Cumaru
- S — Sucupira
- Q — Quaruba
- Qb — Quarubarana
- Cp — Cupíuba
- LV — Louro-vermelho

DETERMINAÇÃO DA UMIDADE INICIAL DAS AMOSTRAS			
Amostra (código)	Peso inicial (g)	Peso final (g)	U %
J	219,32	175,50	25
T	359,96	190,11	89
P	186,29	102,83	81
Cm	341,53	228,64	49
S	392,80	260,85	51
Q	237,19	101,53	134
Qb	314,21	141,22	123
Cp	374,43	279,87	34
LV	250,20	139,31	80

ENDEREÇO DO EDITOR

**Diretoria de Incentivo à Pesquisa e Divulgação
Departamento de Divulgação Científica
Divisão de Divulgação Técnico-Científica
W/3 Norte – Q. 510
Edifício Cidade de Cabo Frio – 3º andar
70750 – Brasília-DF**

LABORATÓRIO DE PRODUTOS FLORESTAIS - IBAMA

Endereço: SAIN - Av. L4 Norte - Lote 04 - CEP 70770

Fones: (061) 224-4769/224-5337/223-5664

Telex: (061) 2120/1711 - Fax: 224-5206

Caixa Postal 152874 - CEP 70919

BRASÍLIA-DF