

AGRUPAMENTO DAS ESPÉCIES MADEIREIRAS OCORRENTES EM  
PEQUENAS ÁREAS SOB MANEJO FLORESTAL DO PROJETO DE  
COLONIZAÇÃO PEDRO PEIXOTO (AC) POR SIMILARIDADE DAS  
PROPRIEDADES FÍSICAS E MECÂNICAS

HENRIQUE JOSÉ BORGES DE ARAUJO

Dissertação apresentada à Escola Superior de  
Agricultura "Luiz de Queiroz", Universidade de  
São Paulo, para obtenção do título de Mestre  
em Recursos Florestais, com opção em  
Tecnologia de Produtos Florestais.

PIRACICABA

Estado de São Paulo – Brasil

Julho – 2002

AGRUPAMENTO DAS ESPÉCIES MADEIREIRAS OCORRENTES EM  
PEQUENAS ÁREAS SOB MANEJO FLORESTAL DO PROJETO DE  
COLONIZAÇÃO PEDRO PEIXOTO (AC) POR SIMILARIDADE DAS  
PROPRIEDADES FÍSICAS E MECÂNICAS

HENRIQUE JOSÉ BORGES DE ARAUJO  
Engenheiro Florestal

Orientador: Prof. Dr. MARCIO AUGUSTO RABELO NAHUZ

Dissertação apresentada à Escola Superior de  
Agricultura "Luiz de Queiroz", Universidade de  
São Paulo, para obtenção do título de Mestre  
em Recursos Florestais, com opção em  
Tecnologia de Produtos Florestais.

PIRACICABA  
Estado de São Paulo – Brasil  
Julho – 2002

**Dados Internacionais de Catalogação na Publicação (CIP)  
DIVISÃO DE BIBLIOTECA E DOCUMENTAÇÃO - ESALQ/USP**

Araujo, Henrique José Borges de

Agrupamento das espécies madeireiras ocorrentes em pequenas áreas sob manejo florestal do Projeto de Colonização Pedro Peixoto (AC) por similaridade das propriedades físicas e mecânicas / Henrique José Borges de Araujo. -- Piracicaba, 2002.

168 p. : il.

Dissertação (mestrado) - - Escola Superior de Agricultura Luiz de Queiroz, 2002.

Bibliografia.

1. Inventário florestal 2. Madeira - Propriedades físicas 3. Madeira - Propriedades mecânicas 4. Manejo florestal 5. Tecnologia de madeira I. Título

CDD 674.8

Aos meus *baixinhos*

Felipe, João e Adriano.

DEDICO

## Agradecimentos

À Empresa Brasileira de Pesquisa Agropecuária - EMBRAPA pela oportunidade de aperfeiçoamento profissional e pelo auxílio financeiro concedido.

À Escola Superior de Agricultura "Luiz de Queiroz" da Universidade de São Paulo - ESALQ/USP pelo curso realizado.

Ao Prof. Dr. Marcio Augusto Rabelo Nahuz pelos valiosos conhecimentos transferidos na qualidade de orientador, sempre com companheirismo, bom humor, erudição e senso metuculoso e criterioso das questões concernentes.

Ao Prof. Dr. Ivaldo Pontes Jankowsky pelo diálogo franco, incentivos, ensinamentos e liderança.

Ao Prof. Dr. José Nivaldo Garcia pelo apoio oferecido, sobretudo no período inicial do curso.

A todos os professores do curso de mestrado em Recursos Florestais da ESALQ/USP pelos conhecimentos transmitidos.

Aos funcionários dos setores de apoio (biblioteca, secretaria, laboratórios, etc.) do Departamento de Ciências Florestais - LCF da ESALQ/USP.

Ao técnico em informática Ivo Rosa Filho, do LCF/ESALQ/USP, por sua incansável assistência no decorrer do curso.

Ao Prof. Marcelo Corrêa Alves pelo apoio no uso do programa estatístico SAS, especialmente quanto à análise multivariada.

Aos componentes da banca do Exame de Qualificação Prof. Dr. Ivaldo Pontes Jankowsky e pesquisadores do Instituto de Pesquisas Tecnológicas do Estado de São Paulo - IPT, Dr. Nilson Franco e Dr. Takashi Yojo, pelas importantes contribuições oferecidas.

Aos colegas do curso, particularmente o pessoal da área de tecnologia da madeira ingressante em 2000, pela amizade.

A todos que direta ou indiretamente colaboraram na elaboração do trabalho.

*“A madeira é um produto da natureza que vem sendo utilizado desde o início da civilização. Quando o homem começou a surgir na face da Terra, há cerca de 2 milhões de anos, já encontrou árvores, pois estas existiam há 225 milhões de anos. Há várias conjecturas sobre quais as primeiras utilizações da madeira, mas é de se supor que o homem a empregou como arma e tão logo aprendeu a fazer fogo, há cerca de 16.000 anos, como combustível. É também provável que assim que inventou o machado de pedra, há uns 8.000 anos, começou a trabalhar a madeira com ele. A peça mais antiga já encontrada é de cerca de 300.000 anos. Admite-se que antes da Idade da Pedra tenha havido uma Idade da Madeira”.*

Instituto de Pesquisas Tecnológicas do Estado de São Paulo - IPT  
Divisão de Madeiras

## SUMÁRIO

	Página
LISTA DE SIGLAS E ABREVIATURAS .....	x
RESUMO .....	xii
SUMMARY .....	xiv
1 INTRODUÇÃO .....	1
2 REVISÃO DE LITERATURA .....	5
2.1 Potencial mercadológico da floresta amazônica no cenário mundial .....	5
2.2 Consumo da produção madeireira amazônica .....	6
2.3 Utilização sustentada dos recursos florestais .....	9
2.4 A busca por novas espécies de madeira .....	11
2.5 Estudo de novas madeiras através de suas propriedades tecnológicas ...	12
2.6 Caracterização do material Madeira .....	13
2.6.1 Taxonomia das madeiras .....	14
2.6.2 Estrutura anatômica .....	15
2.6.3 Composição química e micro-estrutura .....	17
2.6.4 Propriedades físicas e mecânicas .....	19
2.6.5 Propriedades organolépticas .....	21
2.6.6 Outras propriedades .....	23
2.6.6.1 Poder calorífico .....	23
2.6.6.2 Durabilidade natural .....	23
2.6.6.3 Trabalhabilidade .....	24
2.6.6.4 Propriedades acústicas .....	25
2.6.6.5 Isolamento térmico, elétrico e sonoro .....	25

2.6.7	Tratamentos e processos industriais .....	25
2.6.7.1	Secagem .....	25
2.6.7.2	Preservação .....	26
2.6.7.3	Colagem .....	27
2.6.7.4	Fabricação de polpa e papel .....	27
2.7	Análise estatística multivariada .....	28
2.7.1	Definições .....	28
2.7.2	Justificativas de uso .....	28
2.7.3	Técnicas de análise .....	29
2.7.4	Exemplos de aplicações .....	30
3	MATERIAL E MÉTODOS .....	32
3.1	Área do estudo .....	32
3.2	Plano de manejo florestal .....	33
3.3	Inventário florestal a 100% .....	35
3.4	Determinação das espécies do estudo .....	39
3.5	Levantamento das propriedades tecnológicas das espécies .....	40
3.6	Propriedades físicas e mecânicas utilizadas .....	43
3.6.1	Densidade básica .....	45
3.6.2	Contração tangencial .....	45
3.6.3	Contração radial .....	46
3.6.4	Módulo de ruptura à flexão estática .....	46
3.6.5	Módulo de elasticidade à flexão estática .....	47
3.6.6	Resistência à ruptura à compressão paralela às fibras .....	47
3.6.7	Resistência no limite proporcional à compressão perpendicular às fibras .....	48
3.6.8	Dureza Janka paralela às fibras .....	48
3.6.9	Dureza Janka transversal às fibras .....	49
3.6.10	Resistência à ruptura à tração perpendicular às fibras .....	50
3.6.11	Resistência à ruptura ao fendilhamento .....	50
3.6.12	Resistência à ruptura ao cisalhamento .....	51
3.7	Avaliação das relações entre as propriedades físicas e mecânicas .....	51
3.7.1	Correlações .....	52
3.7.2	Equações de regressão para estimativas dos dados faltantes na	

literatura .....	53
3.8 Agrupamentos das espécies .....	54
3.8.1 Agrupamento pela densidade básica .....	55
3.8.2 Agrupamento pelo conjunto das propriedades físicas e mecânicas .....	56
3.8.3 Agrupamento considerando apenas as principais propriedades físicas e mecânicas para diferentes usos finais .....	59
4 RESULTADOS E DISCUSSÃO .....	61
4.1 Inventário florestal a 100% .....	61
4.1.1 Parâmetros dendrométricos .....	61
4.1.2 Espécies ocorrentes .....	64
4.1.3 Índice de Importância das Espécies (IND's) .....	72
4.2 Espécies efetivas para o estudo de agrupamentos .....	73
4.3 Levantamento bibliográfico das propriedades físicas e mecânicas das espécies do estudo .....	74
4.4 Relações entre as propriedades físicas e mecânicas .....	76
4.4.1 Correlações .....	76
4.4.1.1 Tamanho, origem e estatísticas da amostra .....	76
4.4.1.2 Análise das correlações .....	78
4.4.2 Equações de regressão para estimativas das propriedades faltantes na literatura .....	83
4.4.2.1 Tamanho, origem e estatísticas da amostra .....	83
4.4.2.2 Análise das suposições estatísticas dos dados da amostra .....	83
4.4.3.3 Equações de regressão ajustadas .....	86
4.5 Agrupamentos das espécies do estudo .....	91
4.5.1 Agrupamento pela densidade básica .....	91
4.5.2 Agrupamento pelo conjunto das propriedades físicas e mecânicas .....	95
4.5.2.1 Parâmetros estatísticos simples da amostra .....	95
4.5.2.2 Correlações entre as propriedades .....	96
4.5.2.3 Formação dos grupos das espécies .....	98
4.5.2.4 Parâmetros estatísticos simples dos grupos .....	103
4.5.2.5 Importância estatística das propriedades para o agrupamento .....	105
4.5.2.6 Análise dos grupos quanto ao uso final das madeiras .....	107
4.5.2.7 Índice de Importância da Espécie (IND) dos grupos .....	116

4.5.3	Agrupamentos considerando apenas as principais propriedades físicas e mecânicas para diferentes usos finais .....	118
4.5.4	Considerações sobre os agrupamentos pela densidade básica e pelas propriedades físicas e mecânicas .....	125
5	CONCLUSÕES .....	129
	ANEXOS .....	135
	REFERÊNCIAS BIBLIOGRÁFICAS .....	150
	APÊNDICES .....	158

## LISTA DE SIGLAS E ABREVIATURAS

- AB - Abundância (árvores.ha<sup>-1</sup>)
- ABNT - Associação Brasileira de Normas Técnicas
- ABs - Área basal por hectare
- ABsT - Área basal total
- ASTM - American Society for Testing and Materials
- BSI - British Standard Institution
- CAP - Circunferência à altura do peito
- C<sub>CORR</sub> - Coeficiente de correlação
- C<sub>CORR</sub> médio – Coeficiente de correlação médio
- CC<sub>parcial</sub> - Coeficiente de correlação canônica parcial
- CIr - Resistência à ruptura ao cisalhamento
- CNPF/Embrapa - Centro Nacional de Pesquisa de Florestas da Empresa Brasileira de Pesquisa Agropecuária
- COPANT - Comision Panamericana de Normas Técnicas
- CPAF - Acre/Embrapa - Centro de Pesquisa Agroflorestral do Acre da Empresa Brasileira de Pesquisa Agropecuária
- CPpar - Resistência à ruptura à compressão paralela às fibras
- CPpel - Resistência no limite proporcional à compressão perpendicular às fibras
- CTFT - Centre Technique Forestier Tropical
- CTr - Contração radial
- CTt - Contração tangencial
- CTV - Contração volumétrica
- DAP - Diâmetro à altura do peito
- DEb - Densidade básica
- DUpa - Dureza Janka paralela às fibras
- DUtr - Dureza Janka transversal às fibras
- FAO - Food and Agriculture Organization of the United Nations
- FDr - Resistência à ruptura ao fendilhamento

FEe - Módulo de elasticidade à flexão estática  
FEr - Módulo de ruptura à flexão estática  
FUNTAC - Fundação de Tecnologia do Estado do Acre  
IBDF - Instituto Brasileiro de Desenvolvimento Florestal  
IBDF/DPq-LPF - Laboratório de Produtos Florestais do Departamento de Pesquisa do  
Instituto Brasileiro de Desenvolvimento Florestal  
IMAZON - Instituto do Homem e Meio Ambiente da Amazônia  
INCRA - Instituto Nacional de Colonização e Reforma Agrária  
IND - Índice de Importância da Espécie  
INPA - Instituto Nacional de Pesquisas da Amazônia  
INPE - Instituto Nacional de Pesquisas Espaciais  
IPT - Instituto de Pesquisas Tecnológicas do Estado de São Paulo  
IR% - Importância relativa percentual  
ISO - International Organization for Standardization  
LAMEM/EESC/USP - Laboratório de Madeiras da Escola de Engenharia de São Carlos  
da Universidade de São Paulo  
LPF/IBAMA - Laboratório de Produtos Florestais do Instituto Brasileiro do Meio  
Ambiente e dos Recursos Naturais Renováveis  
NBR - Norma Técnica Brasileira  
NT - Número total de árvores  
OIMT - Organización Internacional de las Maderas Tropicales  
P.C. – Projeto de Colonização  
PSF - Ponto de Saturação das Fibras  
QT – Qualidade da Tora  
 $R^2$  - Coeficiente de determinação  
SAS - Statistical Analysis System  
SBS - Sociedade Brasileira de Silvicultura  
SUDAM - Superintendência do Desenvolvimento da Amazônia  
TRper - Resistência à ruptura à tração perpendicular às fibras  
V - Volume por hectare  
VT - Volume total

AGRUPAMENTO DAS ESPÉCIES MADEIREIRAS OCORRENTES EM PEQUENAS  
ÁREAS SOB MANEJO FLORESTAL DO PROJETO DE COLONIZAÇÃO PEDRO  
PEIXOTO (AC) POR SIMILARIDADE DAS PROPRIEDADES FÍSICAS E  
MECÂNICAS

Autor: HENRIQUE JOSÉ BORGES DE ARAUJO

Orientador: Prof. Dr. MARCIO AUGUSTO RABELO NAHUZ

RESUMO

O manejo florestal sustentado mostra-se uma solução tecnológica adequada para a região amazônica. A exploração seletiva das espécies madeireiras tradicionais vem ocasionando a escassez dessas espécies. É necessário melhorar o aproveitamento dos recursos florestais amazônicos, aproveitando o máximo de suas potencialidades. As espécies de madeira exploradas para fins comerciais são poucas, sendo que há muitas outras com potencial de uso. Vários fatores mostram que o estado do Acre tem aptidão para atividades florestais. O objetivo do presente trabalho é agrupar, por similaridade das propriedades físicas e mecânicas, as madeiras ocorrentes em áreas sob manejo florestal, identificando espécies com potencial de uso e comercialização. A revisão bibliográfica abordou aspectos relacionados ao mercado internacional de madeiras, ao consumo da produção madeireira amazônica, ao uso sustentado dos recursos florestais, a novas espécies de madeira, à caracterização geral do material Madeira, e, à análise estatística multivariada. A área do estudo é composta por 12 pequenas propriedades localizadas no estado do Acre. A área total sob manejo florestal das propriedades é de 431 ha. O plano de manejo florestal prevê a exploração de  $8,0 \text{ m}^3 \cdot \text{ha}^{-1}$  de madeira em um compartimento de 3,6 ha ao ano em cada propriedade. As espécies do estudo foram as ocorrentes no inventário florestal a 100% em 206,8 ha das propriedades. Os parâmetros dendrométricos (totais e por hectare) foram: número

de árvores (N), volume (V), área basal (ABs) e Índice de Importância da Espécie (IND). Neste estudo foram utilizadas três propriedades físicas e nove mecânicas, e os dados foram obtidos por meio de consultas bibliográficas. Às propriedades físicas e mecânicas das madeiras foram realizadas análises de correlações e ajustadas equações de regressão para estimativas a partir da densidade básica (DEb). Foram três os agrupamentos das espécies: o primeiro com base em DEb; o segundo com base em todas as propriedades; e, o terceiro com base apenas nas principais propriedades para diferentes usos finais. O segundo e o terceiro agrupamento foram por meio da análise multivariada. Os cálculos estatísticos foram no programa SAS. O segundo agrupamento foi analisado em termos de importância estatística das propriedades, composição e uso final das madeiras e importância pelo parâmetro IND (Índice de Importância da Espécie). Os resultados do inventário foram: N total de 3.871; AB (abundância) de 18,7 árvores.ha<sup>-1</sup>; V total de 22.244,44 m<sup>3</sup>; V hectare de 107,56 m<sup>3</sup>; ABs total de 1.461,96 m<sup>2</sup>; e, ABs hectare de 7,07 m<sup>2</sup>. Foram reconhecidas na área do estudo 204 espécies, pertencentes a 136 gêneros e a 43 famílias. O total das espécies para os agrupamentos foi 187, sendo que 113 (60,4%) foram localizadas na literatura por coincidência de gênero e 74 (39,6%) foram localizadas ao nível de espécie. Houve expressiva correlação entre as propriedades, sendo que os maiores C<sub>CORR</sub> médios foram CPpar, DUtr e DEb. As equações de regressão apresentaram coeficientes de determinação (R<sup>2</sup>) satisfatórios, em geral, acima de 0,8. O agrupamento com base na DEb revelou que 84% das espécies são das classes Média, Leve e Pesada, e 16% são das classes Muito Leve e Muito Pesada. O segundo agrupamento revelou a formação de cinco grupos de espécies, sendo que a quantidade de cada grupo foi 33, 46, 19, 46 e 43. As propriedades de maior importância estatística para os agrupamentos foram DUtr, FEe, DUpa, DEb, TRper e CPpel. O IND dos grupos mostrou que todos possuem espécies com bom potencial para o manejo florestal. Os agrupamentos por meio da análise multivariada apresentaram resultados coerentes, e, portanto, válidos. Os resultados obtidos neste trabalho permitem admitir que a massa específica da madeira é o melhor indicativo para usos dependentes da resistência a esforços mecânicos.

GROUPING OF THE WOOD SPECIES OCCURRING IN SMALL FARMS UNDER  
FOREST MANAGEMENT ON THE PEDRO PEIXOTO COLONIZATION PROJECT  
(AC), BY SIMILARITY OF THE PHYSICAL AND MECHANICAL PROPERTIES

Author: HENRIQUE JOSÉ BORGES OF ARAUJO  
Adviser: Prof. Dr. MARCIO AUGUSTO RABELO NAHUZ, PhD

SUMMARY

The sustained forest management is accepted as an appropriate technological solution for the Amazon Region. The selective exploitation of the traditional wood species is causing the shortage of those species. It is necessary to improve the use of the Amazon forest resources, taking the maximum advantage of their potentialities. The wood species explored for commercial uses are few, and there are many others with use potential. Several factors show that the state of Acre has the aptitude for forest activities. The objective of the present work is to group, by similarity of their physical and mechanical properties, the woods that occur in areas under forest management, identifying species with use and marketing potentiality. The bibliographical revision focused on aspects related to the international market of wood, the consumption of the wood produced in the Amazon, the sustained use of forest resources, new wood species, the general characterization of the Wood material and the statistical analysis. The study area is composed of 12 small farms located in the state of Acre. Their total area under forest management 431 hectares. The forest management plan estimates the extraction of  $8.0 \text{ m}^3 \cdot \text{ha}^{-1}$  of wood from a compartment of 3.6 hectares per year in each property. The species of the study are the ones that occurred in the forest inventory to 100% in 206.8 hectares. The mensuration parameters selected (total and per hectare) were: number of trees (N), volume (V), basal area (ABs) and Index of Importance of the Specie (IND). In this study three physical properties and

nine mechanical properties were used, the data being obtained from bibliographic consultations. Correlation analyses among the wood properties were carried out and the regression equations were adjusted for estimates starting from the basic density (DEb). Three were the groupings of species obtained: the first based on DEb; the second based on all other properties; and the third based on the main properties for different final uses. The second and third groupings were by multivariate analysis. The statistical calculations were done by the SAS program. The second grouping was analyzed in terms of statistical importance of the properties, by composition and final use of the wood, and importance by the parameter IND (Index of Importance of the Species). The results of the inventory were: N total 3,871; AB (abundance) 18.7 trees.hectare<sup>-1</sup>; V total 22,244.44 m<sup>3</sup>; V hectare 107.56 m<sup>3</sup>; ABs total 1,461.96 m<sup>2</sup>; and, ABs hectare 7.07 m<sup>2</sup>. In the area of the study 204 species were recognized, belonging to 136 botanical genera and 43 familiae. The total species for grouping were 187; 113 (60.4%) were located in the literature by coincidence of genera and 74 (39.6%) species level. High correlation among properties was detected, with the highest average C<sub>CORR</sub> being CPpar, DUtr e DEb. The regression equations showed satisfactory determination coefficients (R<sup>2</sup>), in general, above 0.8. The grouping based on DEb revealed that 84% of the species belong to the Middle, Light and Heavy weight classes, and 16% to the Very Light and Very Heavy classes. The second grouping revealed the formation of five groups of species, and the numbers in each group were 33, 46, 19, 46 e 43. The properties of larger statistical importance for the groupings were DUtr, FEe, DUpa, DEb, TRper e CPpel. The IND of the groups showed that all contain species with good potential for the forest management. The groupings by multivariate analysis presented coherent results, and, therefore, valid. The results obtained in this work allow to admit that the specific gravity of the wood is the best indicative for dependent uses of the resistance to mechanical efforts.

## 1 INTRODUÇÃO

O baixo grau de desenvolvimento da região amazônica (inferior à média nacional) é explicado, em parte, pela falta de tecnologias adequadas à sua realidade. Essa região possui características que a diferenciam das demais regiões do Brasil, principalmente com relação ao clima e aptidão para o uso da terra. Tais diferenças impõem severas limitações às novas tecnologias, ou técnicas, desenvolvidas para outras regiões do país ou fora dele, e devem ser consideradas quando se pretende adotá-las, sob pena de não se lograr êxito. Para a região amazônica, a vista disso, faz-se necessário a oferta de soluções tecnológicas compatíveis com suas peculiaridades.

São exemplos de tecnologias impróprias ou inadequadas para a região:

- 1) a agricultura em larga escala, dado que, em razão dos solos férteis ocorrerem somente em pequenas manchas descontínuas, torna-se impraticável a mecanização com modernos equipamentos agrícolas, além de que não há estrutura de assistência técnica, disponibilidade de sementes, variedades melhoradas/adaptadas, etc.; e,
- 2) a pecuária extensiva mostra-se insustentável, pois as pastagens tendem a esgotar sua capacidade produtiva em curto espaço de tempo, constituindo-se em uma importante causa de desmatamento e degradação de extensas áreas. Adicionalmente, observa-se que, devido aos fracos índices sócio-econômicos (grau de instrução e poder aquisitivo), associados a questões culturais, o elemento humano do campo é incapaz de adaptar-se a essas tecnologias, o que gera problemas de ordem social, pois ele fica excluído do contexto.

Com relação à adoção técnicas ligadas à tecnologia da madeira especificamente, citam-se os seguintes exemplos de particularidades amazônicas a considerar: a) a umidade de equilíbrio da madeira com o ar é mais elevada e bastante variável, levando a necessidade de desenvolver programas de secagem exclusivos; b) tratamentos de preservação de madeira devem atentar para as condições de alta umidade e temperatura (faixas favoráveis a microrganismos como

fungos e bactérias), e grande diversidade de organismos xilófagos, além de que a maior parte das madeiras duras é pouco permeável e, portanto, de difícil tratamento preservativo; e, c) devido às altas flutuações da umidade do ar, painéis de madeira (chapas de aglomerados, compensados, etc.) têm grande instabilidade dimensional, o que reduz significativamente sua vida útil.

Face ao imenso potencial dos recursos florestais (madeireiros e não madeireiros) amazônicos, aliado ao restrito uso da terra para atividades agrícolas e pecuárias, é necessário implementar ações no sentido de utilizar esses recursos em bases sustentáveis.

Entre as tecnologias que se mostram adequadas para a região, está o aproveitamento racional e sustentado de seus recursos madeireiros por meio de técnicas de manejo florestal. O manejo florestal sustentado apresenta-se atualmente como uma das principais demandas tecnológicas para a Amazônia brasileira, entretanto, é ainda muito incipiente, limitando-se a raras iniciativas de empresas privadas ou projetos experimentais ainda não conclusivos.

Entre as vantagens do manejo florestal citam-se: a) redução das taxas de desmatamento; b) geração de novos empregos; c) redução das taxas de emigração rural; d) diversificação da renda no meio rural; e) abertura de novos mercados (referindo-se à aceitação de produtos florestais certificados com “selo verde”, especialmente pelo mercado europeu); f) manutenção dos serviços ambientais da floresta (equilíbrio climático e hídrico, conservação da biodiversidade e proteção ao solo); e, g) legitimação da indústria de base florestal.

Devido à exploração seletiva das espécies madeireiras tradicionais, que vem ocasionando a escassez dessas espécies, se faz necessário melhorar o aproveitamento dos recursos florestais da Amazônia. A valorização da floresta é parte integrante de uma estratégia para impulsionar a prática do manejo florestal. A viabilização do manejo florestal, em escala comercial, passa pelo aproveitamento máximo das potencialidades da floresta, visto que envolve custos operacionais que devem ser compensados com o maior valor possível dos produtos a serem colhidos.

Atualmente, o número de espécies de madeira efetivamente exploradas para fins comerciais pode ser considerado baixo, quando se verifica que há muitas outras com características que as credenciam também a ter um valor econômico e, em consequência, uma fatia tanto no mercado nacional, como também internacional, ao quais se mostram em constante crescimento (Superintendência do

Desenvolvimento da Amazônia - SUDAM, 1981; Souza, 1997; FAO, 2000; Smeraldi & Veríssimo, 1999; Viana, 2000). Assim, diante desse baixo aproveitamento em termos de espécies, são necessários estudos que indiquem e comprovem a existência de novas espécies capazes de ingressar, ou mesmo substituir, aquelas em vias de escassez no mercado de madeiras.

No caso do estado do Acre, são vários os fatores que o colocam como de aptidão eminentemente florestal.

Dados do Instituto Nacional de Pesquisas Espaciais – INPE (1997), revelam que o Acre ainda possui mais de 90% de seu território coberto por florestas primárias. Seus habitantes, ao longo da história do estado, sempre tiveram uma grande identificação e dependência econômica em relação às suas florestas. O extrativismo de produtos florestais apresenta-se, desde a época da ocupação, no final do século passado, como uma das bases da sua economia, sendo ainda as atividades de extração da borracha e da coleta de castanha as principais responsáveis pela permanência de grande parte da população no interior das florestas (Araujo, 1991). A indústria madeireira ocupa lugar de destaque na economia acreana, embora tenha um potencial muito maior à medida que passem a explorar a floresta com critérios de sustentabilidade.

Para o território acreano, estudos revelam um total de 607 espécies florestais lenhosas potencialmente aptas ao uso para fins de construção civil, indústria de móveis, uso rural, laminados, faqueados, artesanato, brinquedos, cabos de ferramenta, instrumentos musicais, etc. (Araujo & Silva, 2000). Contudo, apenas 10 espécies respondem por cerca de 84% de todo o volume de madeira processado pelas indústrias de serraria, sendo basicamente as mesmas encontradas em estudos do final da década de 80 (Governo do Estado do Acre, 1999).

Entre as causas desse baixo aproveitamento citam-se: falta de estudos demonstrando a viabilidade de outras espécies; desconhecimento de espécies novas ou substitutas; mercados consumidores conservadores; falta de divulgação à indústria de beneficiamento e ao mercado consumidor; e, falta de unidades de transformação e demonstração de produtos de novas madeiras (Araujo & Silva, 2000). Esse quadro leva à necessidade de transferir às indústrias, aos consumidores e aos usuários de madeira de modo geral, subsídios técnicos para promover a utilização racional das madeiras desconhecidas ou pouco conhecidas tecnologicamente.

O presente trabalho se propõe a oferecer elementos técnicos e científicos que comprovem a viabilidade de utilização de várias espécies de madeira amazônicas consideradas pouco conhecidas, porém, apropriadas à produção e processamento, estimulando assim o ingresso no mercado consumidor e contribuindo para incluí-las em sistemas de exploração florestal com técnicas de manejo sustentado no Acre e região.

O objetivo geral deste trabalho é agrupar, por similaridade de suas propriedades físicas e mecânicas, as espécies madeireiras ocorrentes em 12 pequenas áreas sob manejo florestal localizadas no Projeto de Colonização Pedro Peixoto, estado do Acre, possibilitando identificar aquelas com características tecnológicas que indiquem maior potencial de uso e de comercialização.

Para o alcance de tal objetivo, o trabalho compreende basicamente as seguintes etapas:

- a. levantamento, por meio de inventário florestal, da ocorrência das madeiras na área do estudo, em termos de espécies e respectivos parâmetros (totais e por hectare) de número de árvores, volume, área basal, índice de importância da espécie e condição de aproveitamento da tora;
- b. investigação e coleta de dados na literatura disponível, e/ou instituições de pesquisa de madeiras, das propriedades físicas, mecânicas e tecnológicas das espécies de madeira ocorrentes na área do estudo;
- c. estudo das relações existentes entre as propriedades físicas e mecânicas de uma amostra de 163 espécies de madeiras amazônicas, no que se refere a correlações e estimativas de dados; e,
- d. utilização de técnicas de análise estatística multivariada para o agrupamento das espécies de madeiras ocorrentes na área do estudo.

## 2 REVISÃO DE LITERATURA

### 2.1 Potencial mercadológico da floresta amazônica no cenário mundial

A parte brasileira da floresta amazônica cobre uma área de cerca de 290 milhões de hectares (Harcourt & Sayer, 1996). Inventários florestais realizados na região registram um volume médio de madeira em torno de  $200 \text{ m}^3 \cdot \text{ha}^{-1}$  (Pandolfo, 1978). Segundo a FAO (2000), quase 50% das reservas mundiais de floresta tropical se encontram na região amazônica. É a mais extensa e heterogênea de todas as florestas tropicais do globo, são milhares de espécies de madeira catalogadas, com uma variabilidade de até 300 diferentes espécies de plantas produtoras de madeira por hectare (Souza, 1997). Xilotecas brasileiras guardam mais de 2300 registros de espécies lenhosas, distribuídas em cerca de 700 gêneros e 120 famílias, sendo que boa parte dessas espécies é produtora de madeira (Lisboa, 1991).

De acordo com Viana (2000), o setor florestal brasileiro gera cerca de 1,5 milhões de empregos diretos, porém seu potencial é muito maior. O custo de um emprego florestal é cerca de 700 vezes menor do que, por exemplo, outro na indústria automobilística. A contribuição do setor florestal para a balança de pagamentos do Brasil tem sido positiva desde 1980, mesmo no período de 1995 a 1998, quando o saldo da balança comercial brasileira passou a ser negativo.

Um estudo realizado pela SUDAM (1981), no início da década de 80, que analisava as tendências mundiais do final do século para o mercado de produtos florestais, apontava que os maiores mercados consumidores (Mercado Comum Europeu, Japão, Estados Unidos e Oriente Médio) mostravam disposição em aumentar suas importações de madeiras tropicais e que o consumo no mundo estava crescendo na mesma proporção em que as fontes tradicionais (Nigéria, Gana, Tailândia, Filipinas, Malásia e Costa do Marfim) estavam definhando. As novas fontes de abastecimento seriam outras (destacando Indonésia, Índia, países

da África Central e a região da Amazônia brasileira). Essas tendências se confirmaram e atualmente, o mercado mundial tem suas atenções voltadas para a Amazônia brasileira, como a grande fonte fornecedora de madeiras e produtos florestais tropicais.

Segundo Souza (1997), a redução da oferta no sudeste asiático abrirá novas perspectivas para o Brasil, mas é fundamental melhorar a produtividade das operações da indústria madeireira e ajustar a qualidade aos requerimentos internacionais. É indiscutível o papel da indústria madeireira na geração de empregos e riqueza para o país, mas esta indústria precisa com urgência se modernizar e se enquadrar nos novos padrões ambientais internacionais.

O mercado mundial de produtos florestais, em 1997 e 1998, movimentou cerca de US\$ 140 bilhões ao ano, sendo que a exportação de produtos florestais brasileiros atingiu cerca de US\$ 2,4 bilhões ao ano (FAO, 2000). A madeira serrada e aplainada de florestas nativas totalizou US\$ 79,6 milhões em 1997 e US\$ 85,9 milhões em 1998, madeira sólida US\$ 251,3 milhões e US\$ 182,9 milhões, respectivamente (Sociedade Brasileira de Silvicultura - SBS, 2000).

Os países industrializados consomem 70% de toda madeira utilizada em processamento industrial, enquanto os países em desenvolvimento concentram o consumo da madeira de outras formas, incluindo a utilização como energia. Nos próximos anos a utilização de madeira pela indústria deve apresentar um crescimento médio de 1,7% ao ano, enquanto a de uso energético deve ter um acréscimo de cerca de 1,1% ao ano (FAO, 1999). Estados Unidos e Europa são os maiores mercados globais para os produtos florestais (UN/ECE-FAO, 2000).

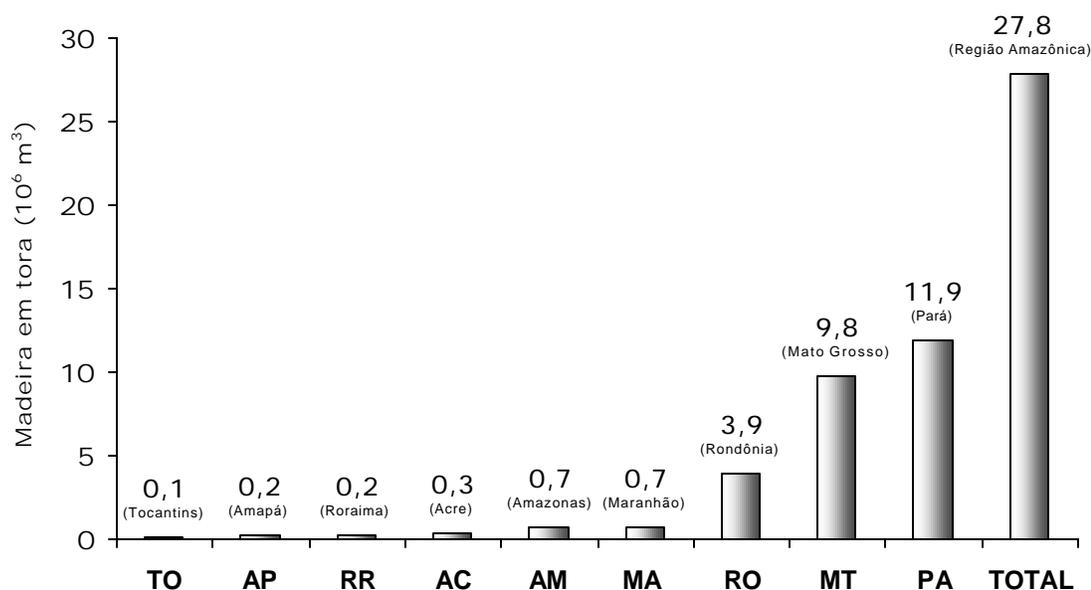
## 2.2 Consumo da produção madeireira amazônica

O Brasil é, ao mesmo tempo, o maior produtor e o maior consumidor mundial de madeira tropical (Viana, 2000).

De acordo com Souza (1997), apesar de ser o Brasil o maior produtor mundial de madeira serrada, sua participação no mercado internacional é insignificante, pois o país consome quase tudo que produz.

Segundo Smeraldi & Veríssimo (1999), em 1997 a produção de madeira em tora de todos os nove estados da região amazônica foi de aproximadamente 28 milhões de metros cúbicos, sendo que mais de três quartos são extraídos nos

estados de Pará e Mato Grosso, enquanto Rondônia se destaca como o terceiro maior produtor. Esses autores observam que entre os estados com uma produção ainda relativamente limitada, o Acre tende a aumentar sua participação nos próximos anos, em razão da expansão de atividades ilegais (extrações clandestinas, sem as devidas autorizações) ao longo de novos trechos rodoviários e, também, através do manejo de florestas públicas. A participação por estado da produção de madeira é mostrada na Figura 1.

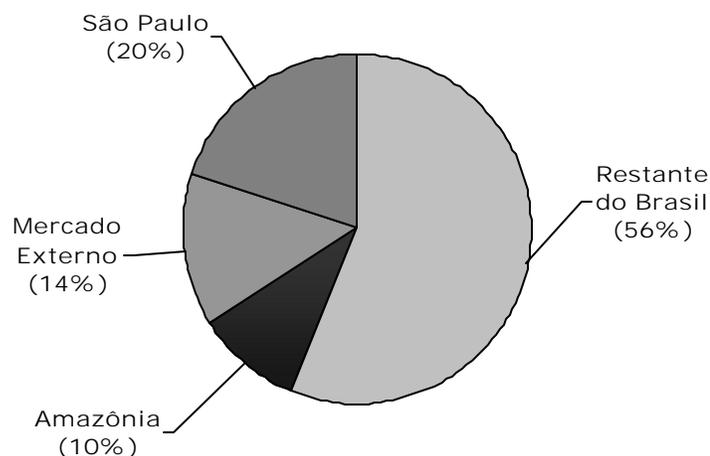


Fonte: Smeraldi & Veríssimo/IMAZON, 1999.

Figura 1 - Participação dos estados da região amazônica na produção de madeira em toras em 1997.

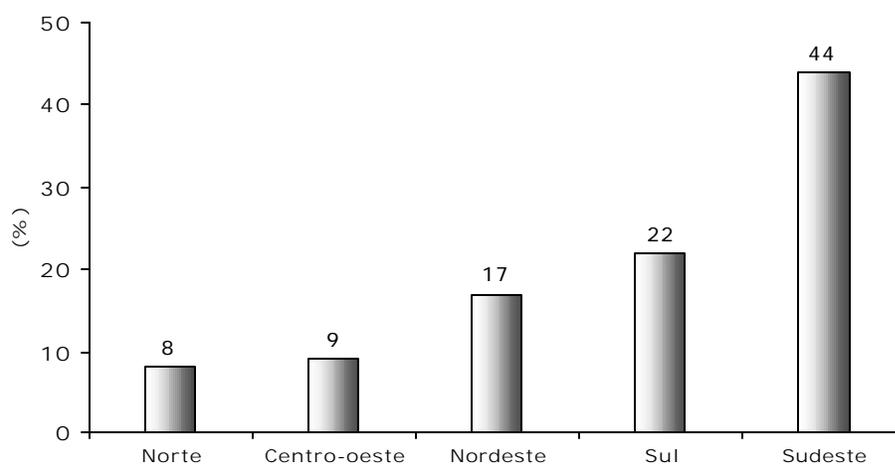
Ainda segundo Smeraldi & Veríssimo (1999), os dados de 1997 revelam que somente 14% produção madeireira amazônica em tora, destina-se ao mercado externo e 86% são consumidos internamente, sendo que somente o estado de São Paulo é responsável por 20% desse consumo, significando que de cada cinco árvores cortadas na Amazônia, uma é destinada ao mercado do estado de São Paulo (Figura 2). O Sul e o Sudeste brasileiros, que já foram exportadores de madeira, hoje importam cerca de 10 milhões de m<sup>3</sup> de madeira da Amazônia por ano (Viana, 2000). Nessas regiões do Brasil concentra-se o maior e mais intenso consumo de madeira tropical do mundo, representando mais que o dobro do que é importado

pelos 15 países da União Européia (Smeraldi & Veríssimo, 1999). Em 1997, o Sul e o Sudeste brasileiros consumiram cerca de dois terços do total da produção madeireira amazônica (Figura 3). A região Sul, além de uma participação bastante expressiva em termos absolutos, destaca-se como a maior consumidora do Brasil proporcionalmente à sua população.



Fonte: Smeraldi & Veríssimo/IMAZON, 1999.

Figura 2 - Distribuição percentual dos principais mercados consumidores da produção madeireira amazônica em toras de 1997.



Fonte: Smeraldi & Veríssimo/IMAZON, 1999.

Figura 3 - Distribuição percentual por região do consumo do mercado interno brasileiro da produção madeireira amazônica em toras de 1997.

### 2.3 Utilização sustentada dos recursos florestais

Ao comércio internacional de produtos florestais apresenta-se atualmente um novo e importante componente regulador: as exigências impostas pela sociedade consumidora de um modo geral, quanto à origem sustentada desses produtos.

O Brasil, no contexto internacional, ocupa uma posição estratégica: possui a maior reserva de florestas tropicais, é o maior consumidor de madeiras tropicais e será, num futuro próximo, o maior exportador de madeiras tropicais do mundo. O problema é que essa produção vem sendo feita em bases não sustentáveis, gerando problemas de acesso ao mercado externo, cada dia mais exigente em termos de qualidade sócio-ambiental (Viana, 2000).

Segundo Zanetti (2000), tanto a Europa como os Estados Unidos, estão atualmente centralizados na questão dos mercados futuros para os produtos florestais certificados, os quais fundamentam-se na sustentabilidade na produção e na preocupação ambiental dos consumidores.

Segundo o Instituto Nacional de Pesquisas da Amazônia - INPA (1991), o desmatamento de grandes áreas florestais na região amazônica, devido ao avanço das fronteiras de desenvolvimento, tem sido alvo de críticas a nível nacional e internacional, gerando polêmicas sobre a viabilidade de utilização dos recursos naturais. A política florestal para a Amazônia é muito questionada. Entre as propostas de alteração desse quadro, ressalta-se a necessidade de utilização racional e sustentada dos recursos florestais. O desenvolvimento regional baseado na utilização de recursos naturais é necessário e pode ser viável, desde que, levando-se em consideração os princípios da sustentabilidade destes recursos, objetive buscar alternativas que possam balancear as necessidades sociais, econômicas e ecológicas para a região.

Historicamente no Brasil, a obtenção de madeira e de outros produtos de florestas nativas tem sido feita de forma predatória. Segundo Viana (2000), a expansão da pecuária extensiva (principal uso das terras desmatadas) fixa poucos trabalhadores no campo e contribui para o inchaço das cidades e o crescimento da pobreza urbana. O desmatamento produz enormes prejuízos para a geração de energia hidroelétrica e abastecimento de água para cidades e agricultura, através do aumento da erosão. Além disso, empobrece a biodiversidade e contribui para

mudanças do clima. A principal vocação da Amazônia é o manejo florestal e a industrialização de produtos florestais.

De acordo com Viana (2000), se bem manejadas, cerca de 10% das florestas da Amazônia poderiam atender, de forma sustentável, a demanda interna de madeira. Se outros 10% fossem bem manejados e vendidos ao mercado externo com “selo verde” (certificação), poderiam gerar dezenas de milhares de empregos e mais pelo menos US\$ cinco bilhões em produtos de madeira. Além disso, o manejo florestal pode incluir e gerar produtos não madeireiros (castanha, borracha, fármacos, etc).

Vários autores consideram que hoje em dia existe um marco técnico maduro para o manejo de florestas tropicais primárias, além de informações adequadas para identificar as condições nas quais o manejo terá êxito (Higuchi & Vieira, 1990; Silva, 1990). Invariavelmente atribuem-se obstáculos do tipo político e socioeconômico para explicar a falta de áreas sob manejo. Viana & Azevedo (1995) afirmam que o manejo florestal sustentável é parte indispensável ao desenvolvimento da Amazônia brasileira, especialmente pela sua aptidão e aos limitantes edáficos e ecológicos dos ecossistemas da região e pelas suas vantagens sociais, ambientais e econômicas de longo prazo. Comparado aos demais sistemas de uso econômico da terra (agricultura, pecuária, etc.), o manejo florestal produz melhor qualidade e quantidade de serviços ambientais (conservação da biodiversidade, proteção de recursos hídricos, etc.). Esses serviços ambientais são fundamentais para a manutenção da capacidade produtiva da bacia amazônica em longo prazo. Considerando a histórica falta de apoio e o potencial do manejo florestal para a região, são necessárias ações motivadoras dessa atividade.

Atualmente, na região amazônica, o extrativismo da madeira é praticado, na sua maior parte, de modo indiscriminado e sem os mínimos critérios técnicos de sustentabilidade, o que é criticado de forma veemente por alguns autores. A exploração predatória geralmente produz lucros altos de curto prazo amealhados por poucos, e prejuízos ambientais, sociais e econômicos, de longo prazo, que são impostos à sociedade como um todo. (Veríssimo et al., 1995). A exploração predatória e não sustentável dos recursos florestais mostra-se contrária aos interesses do Brasil, especialmente quando se considera este enquadrado dentro de uma trajetória rumo ao desenvolvimento sustentável (Viana & Azevedo, 1995).

#### 2.4 A busca por novas espécies de madeira

A grande diversidade da floresta amazônica, espetacular do ponto de vista científico-ecológico, é um fator negativo para o desenvolvimento sustentado em se pensando essencialmente na exploração madeireira. Para tornar a relação custo-benefício aceitável, a exploração madeireira precisa aproveitar todos os materiais possíveis decorrentes desta exploração (Souza, 1997).

O comércio utiliza hoje em torno de 250 espécies de madeira, tanto a nível local como regional e nacional (Souza, 1997). No entanto, a maior parte do volume comercializado concentra-se em poucas espécies. Segundo Loureiro et al. (1977), das 2.000 espécies conhecidas, apenas algumas dezenas têm mercado firmado. Isto torna necessário promover nos mercados as espécies regionais aptas aos mais diversos usos industriais. Tais espécies não são ainda comercializadas por absoluto desconhecimento de suas propriedades e potencial econômico.

Segundo Chichignoud et al. (1990), um melhor conhecimento das florestas tropicais contribui para melhorar seu aproveitamento. Na maior parte dos casos, é reduzido o número de espécies cujas madeiras se aproveitam, o que tem como conseqüência o excessivo custo da infra-estrutura e das operações de exploração florestais, devido o baixo volume de madeira comercial disponível por unidade de área. As florestas da América Latina não são exceção a esta regra. Ampliar os conhecimentos sobre as madeiras latino-americanas, atualmente subutilizadas pelos mercados local e internacional, contribuirá para o aproveitamento racional e sustentado desses recursos.

De acordo com o Instituto Brasileiro de Desenvolvimento Florestal – IBDF (1988), além da necessidade de mudar o enfoque da ocupação atual, baseada na agricultura e pecuária, para uma exploração florestal caracterizada pelo manejo dos recursos visando a produção sustentada e crescente de produtos florestais, faz-se necessário melhorar o nível do aproveitamento industrial da matéria-prima gerada pelo sistema de ocupação vigente. Por outro lado, a implantação de um parque madeireiro forte e preocupado com a utilização adequada da floresta, da qual dependeria sua sobrevivência, demanda ainda inúmeros estudos para superar os obstáculos ao uso e à comercialização abrangente das madeiras amazônicas, sendo um dos maiores impedimentos atuais o desconhecimento das mesmas pelo mercado consumidor.

As indústrias de base florestal na Amazônia têm dado a sua contribuição sob aspectos social e econômico. No entanto, fazem-se necessários maiores investimentos em tecnologia, visando elevar o valor agregado dos produtos e o nível de utilização da matéria-prima madeira. Para tal, o primeiro passo seria aprimorar os conhecimentos acerca das espécies madeireiras existentes, visando a sua utilização (INPA, 1991).

Rocha (1994), aponta duas as principais causas do baixo aproveitamento das madeiras da região amazônica. A primeira é a exploração seletiva das madeiras, isto é, são extraídas da floresta somente as espécies tradicionalmente comercializadas. A segunda é o desconhecimento tecnológico em torno da maioria das madeiras. Estudos acerca das variabilidades das madeiras amazônicas, bem como a obtenção das características e propriedades das espécies pouco conhecidas devem ser intensificadas cada vez mais, objetivando a maior e melhor utilização do seu potencial florestal.

## 2.5 Estudo de novas madeiras através de suas propriedades tecnológicas

Estudos sobre novas madeiras devem ser embasados em premissas científicas. As propriedades tecnológicas são importantes parâmetros para a definição da qualidade da madeira. As madeiras tradicionais tiveram sua resistência, trabalhabilidade, aspecto visual, etc, comprovados de ao longo de décadas, às vezes séculos, de utilização. Portanto, comparar as características ou propriedades tecnológicas de novas madeiras com as das madeiras tradicionais, é um método bastante eficaz para aferir suas qualidades.

Considerando a alta diversidade de espécies na Amazônia, as características tecnológicas possibilitam agrupar madeiras em função de suas propriedades físicas, mecânicas e tecnológicas, identificando aquelas com possibilidades de substituir as madeiras tradicionais nas mais diversas utilizações.

De acordo com o IBDF (1988), a determinação das propriedades e possíveis utilizações da madeira das espécies que compõem a floresta amazônica, principalmente daquelas chamadas pouco conhecidas, é requisito básico para qualquer ação que vise à introdução destas espécies no mercado. A constatação de diversas características desejáveis em qualquer espécie deve embasar o trabalho a ser despendido para sua introdução no mercado, levando-se em consideração,

ainda, a sua ocorrência e disponibilidade volumétrica, a possibilidade de suprimentos regulares e a sua competitividade em preço em relação às madeiras já tradicionalmente estabelecidas. Há a necessidade de se prover os dados tecnológicos para uma estratégia de mercado que vise a promoção das espécies pouco conhecidas nos mercados doméstico e internacional, buscando substituir as espécies cujas reservas estão se exaurindo, reduzir a exploração seletiva, colocar no mercado um volume adicional de matéria-prima a preço mais competitivo e, enfim, reduzir o desperdício de matéria-prima oriunda das diversas formas de desmatamento praticadas.

Em se tratando do imenso potencial florestal da Amazônia, sabe-se que a heterogeneidade da floresta é responsável pela grande diversidade de espécies arbóreas, entre as quais, a maioria apresenta um reduzido número de árvores por hectare. Por um lado, se considera que esta heterogeneidade se apresenta como um fator negativo, no que diz respeito à baixa quantidade volumétrica de madeira obtida de uma espécie por unidade de área. Por outro lado, isto é substancialmente positivo, tendo-se em vista que a grande diversidade de espécies possibilita um adequado agrupamento de espécies para as diversas categorias de usos finais. É necessário, entretanto, o conhecimento da variabilidade de suas características e propriedades e de suas implicações no uso final (Rocha, 1994).

Nascimento et al. (1997) observam que na Amazônia, apesar de detentora de uma vasta floresta, poucas pesquisas tem sido realizadas em relação às características tecnológicas das espécies madeireiras ocorrentes. Talvez por esse motivo as serrarias existentes comercializem as mesmas espécies de quinze anos atrás, como cedro, angelins, mogno, sucupiras, andiroba, louro, etc., existindo outras espécies com propriedades equivalentes.

## 2.6 Caracterização do material Madeira

As singulares propriedades físicas, químicas e mecânicas da madeira tornaram-na, desde os tempos mais remotos, de emprego obrigatório em diversos campos de atividade humana. Utilizada como combustível, na construção de moradias e na fabricação de embarcações e veículos terrestres, a madeira atende a três das necessidades básicas do homem: combustível, habitação e transporte.

Atualmente a madeira é um importante componente da economia mundial, sendo utilizada em uma ampla gama de formas, incluindo a indústria de celulose e papel, de extrema importância para o modo de vida contemporâneo.

Segundo Panshin & Zeeuw (1970), em termos genéricos, todas as madeiras possuem em comum as seguintes características: a) o tronco da árvore possui os elementos constituintes com arranjos predominantemente verticais e simétricos na direção radial; b) os principais componentes da estrutura celular e a composição química das células são a celulose, carboidratos não celulósicos e lignina; c) são anisotrópicas, isto é, possuem diferentes propriedades físicas quanto às variações dimensionais nas três direções espaciais (radial, tangencial e axial); d) são higroscópicas, isto é, o teor de umidade varia de acordo com a umidade e temperatura atmosféricas; e, e) são susceptíveis ao ataque de organismos xilófagos, e também são inflamáveis, especialmente quando secas.

A seguir são apresentadas, sucintamente, informações sobre as características ou propriedades gerais (físicas, mecânicas, químicas, biológicas, etc.), bem como de alguns tratamentos e processos industriais (secagem, preservação, colagem e fabricação de polpa e papel) do “material madeira”, cujo conhecimento é dado como indispensável para conseguir-se a introdução de espécies menos conhecidas no mercado.

### 2.6.1 Taxonomia das madeiras

De modo muito resumido, quanto à taxonomia, ou classificação botânica, as madeiras podem ser do grupo das Gimnospermas, usualmente chamadas de **coníferas**, resinosas, não porosas ou *softwoods*, e do grupo das Angiospermas, usualmente chamadas de **folhosas**, porosas ou *hardwoods*. Segundo Panshin & Zeeuw (1970), ambos os termos tem origem no grego e significam vegetais com sementes “nuas”, para as Gimnospermas (*gimno* = nu; *sperma* = semente), e vegetais com sementes “encapsuladas”, para as Angiospermas (*angio* = cápsula; *sperma* = semente).

De acordo com Joly (1979), as Angiospermas (as árvores que são tratadas neste trabalho), vegetais superiores que de modo geral produzem flores, é um dos maiores grupos de plantas do mundo e é o que domina a flora terrestre, sendo composto por cerca de 344 famílias e mais de 200.000 espécies.

### 2.6.2 Estrutura anatômica

A madeira, quanto à estrutura anatômica macroscópica, é um organismo heterogêneo formado por conjuntos de células com propriedades específicas para desempenhar as funções vitais de crescimento, condução de água, transformação, armazenamento e condução de substâncias nutritivas, e, sustentação do vegetal (Panshin & Zeeuw, 1970).

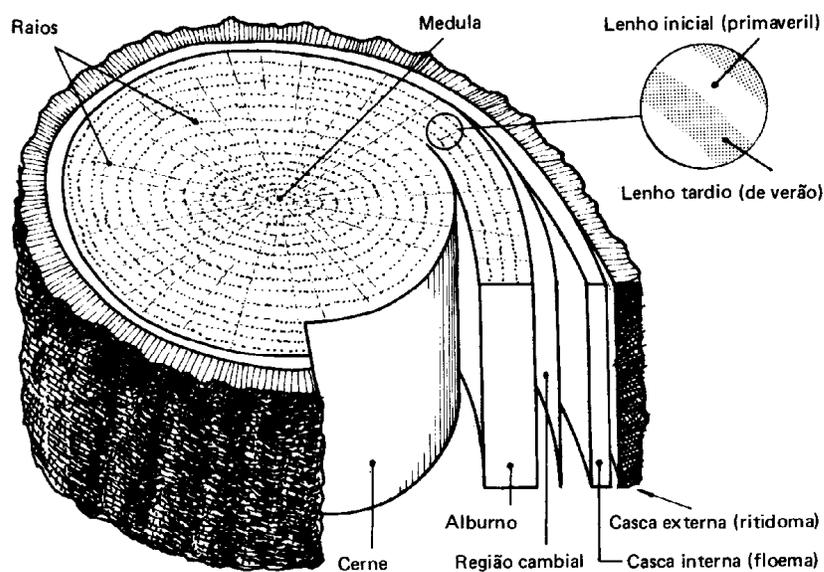
Segundo Lisboa (1991), as células que constituem o tecido lenhoso, a princípio, são muito semelhantes. Com o crescimento, no entanto, essas células adquirem formas especializadas, passando a ser célula dos parênquimas axial e radial, de fibras, de vasos, etc. Cada uma delas apresenta atividade fisiológica e/ou mecânica específica. São exemplos de funções específicas das células da madeira: as fibras participam do mecanismo de sustentação da planta; as células dos parênquimas têm funções diversas, sendo que uma das principais é o armazenamento de substâncias nutritivas; e, os vasos do xilema (lenho) têm a função de conduzir a seiva bruta, a qual é formada por água e sais minerais retirados do solo por meio dos pêlos absorventes das raízes.

Em um corte transversal de um tronco típico, as seguintes partes se destacam: casca (ritidoma e floema), região cambial, anéis de crescimento (lenho inicial e lenho tardio), alborno, cerne, raios e medula (Figura 4).

A seguir são apresentadas, com base em Richter & Burger (1978) e Lepage et al. (1986), as características e funções das partes constituintes do tronco e do lenho da madeira de folhosas.

A **casca** é constituída pelo **floema**, responsável pelo armazenamento e condução de nutrientes, e pelo **ritidoma** ou **córtex**, que tem a função de proteger o vegetal contra o ressecamento, ataques fúngicos, injúrias mecânicas e variações climáticas. A **região cambial** localiza-se entre o alborno e o floema e é constituída por uma faixa de células que são responsáveis pela formação e o crescimento das células do lenho e da casca. Os **anéis de crescimento** representam o incremento anual do lenho, pois a cada ano se forma um anel, o que permite conhecer a idade de uma árvore. O **cerne** do tronco de uma árvore, geralmente, se distingue por sua coloração mais escura, cuja causa fisiológica é que, à medida que a madeira envelhece, suas células perdem suas funções vitais, sobrevivendo à deposição de tanino, resinas, gorduras, carboidratos e outras substâncias, o que faz com que o

cerne tenha a constituição mais compacta, menos arejada e com menos substâncias nutritivas, conferindo-lhe maior resistência mecânica e ao ataque de organismos xilófagos. O **alburno** é a parte ativa do tronco, sendo que suas células possuem grande quantidade de água e substâncias nutritivas, além de menor quantidade de impregnações enrijecedoras. Isto lhe confere menor resistência mecânica e também menor resistência biológica ao ataque de organismos xilófagos. Os **raios** são faixas de células, dispostas horizontalmente ao tronco, que desempenham a função de armazenamento e transporte horizontal de água e substâncias nutritivas. A **medula** ocupa o centro do tronco e tem como função o armazenamento de substâncias nutritivas. Por essa razão é normalmente susceptível a organismos xilófagos.

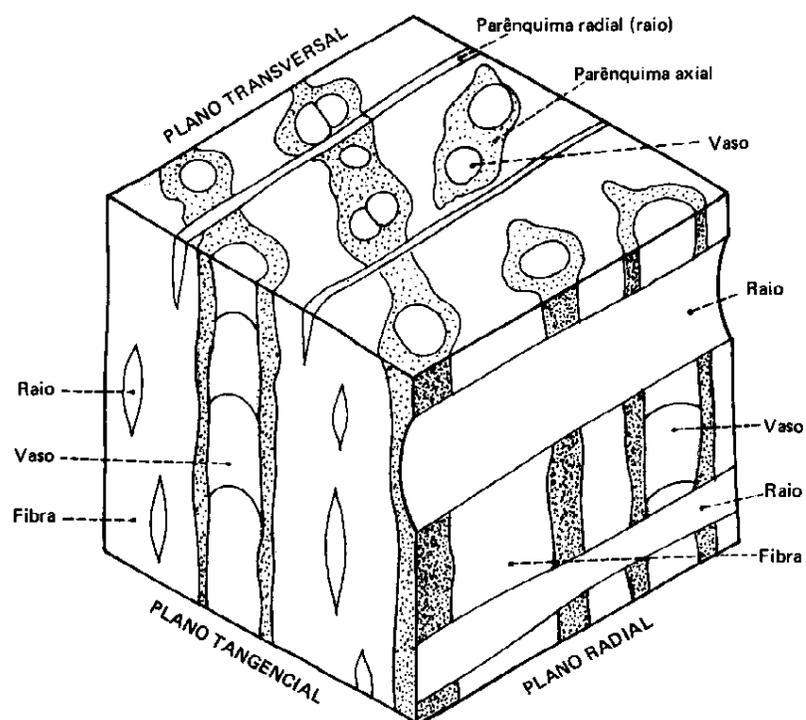


Fonte: White (1980).

Figura 4 - Corte transversal de um tronco de árvore.

O lenho de uma folhosa (Angiosperma) é constituído pelas seguintes partes: a) células longas e estreitas denominadas **fibras**, que possuem a função de sustentação do vegetal; b) **vasos ou poros**, que são dispostos na direção longitudinal ao tronco, com a função de condução de substâncias nutritivas e água; c) **parênquima axial**, disposto ao longo dos vasos e que tem a função principal de

armazenamento de substâncias nutritivas; d) **parênquima radial e raios**, dispostos na direção horizontal do câmbio para a medula, que tem as funções de armazenamento e de condução de substâncias nutritivas para o alburno. A disposição das principais partes do lenho nos três planos espaciais de observação é mostrada na Figura 5.



Fonte: Hart & Jay (1961).

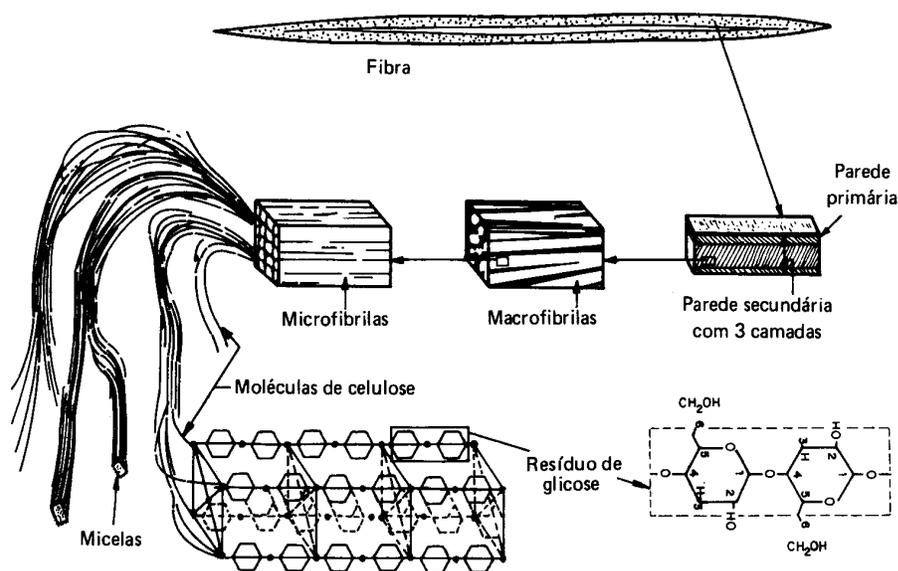
Figura 5 - Partes do lenho de uma folha nos três planos espaciais de observação.

### 2.6.3 Composição química e micro-estrutura

Quanto à composição química, segundo Lepage et al. (1986), a madeira é um biopolímero tri-dimensional composto, principalmente de **celulose**, **hemiceluloses** e **lignina**. A celulose, o principal componente da madeira, quimicamente é definida como um carboidrato complexo, polissacarídeo, insolúvel em água e formada por grandes cadeias de moléculas de glicose. Estes polímeros

formam a parede celular da madeira e são responsáveis pela maioria das suas propriedades físicas, mecânicas e químicas.

De forma simplificada pode-se dizer que a celulose forma um esqueleto imerso numa matriz de hemiceluloses e lignina, que é o material aglutinante. O menor elemento constituinte do esqueleto celulósico é considerado por muitos autores como sendo a **fibrila elementar**. Esta fibrila é formada por um feixe paralelo de 36 moléculas de celulose ligadas entre si por meio de pontes de hidrogênio. As fibrilas, também chamadas de **micelas**, são agregadas em unidades maiores chamadas **microfibrilas**, visíveis em microscópio eletrônico. As microfibrilas são combinadas em **macrofibrilas e lamelas** (paredes primária e secundária da célula). Moléculas desordenadas de celulose, bem como de lignina e hemiceluloses estão localizadas nos espaços entre as microfibrilas. As hemiceluloses são consideradas amorfas, embora sejam aparentemente orientadas na mesma direção das microfibrilas de celulose. A lignina também é amorfa, além de ser isotrópica. Esses elementos constituem a parede celular de uma **fibra**, ou célula, de madeira (Figura 6).



Fonte: Siau (1984).

Figura 6 - Representação esquemática da estrutura fibrilar da parede celular de uma célula de madeira.

Brito & Barrichelo (1981), comentam que a composição química elementar da madeira varia pouco com a espécie, tanto é que se pode admitir que a madeira contenha: 49 a 50% de Carbono; 6% de Hidrogênio; 44% de Oxigênio; e, 0,1 a 0,5% de Nitrogênio. No entanto, as madeiras podem apresentar teores muito variáveis de materiais minerais (Ca, Mg, Na, K, Fe, Si, P, S, etc.), os quais são presentes em quantidades menos expressivas. Se a composição química elementar da madeira é sensivelmente constante, o mesmo não ocorre com seus constituintes químicos, que são bastante variáveis: lignina - 22 a 40%; celulose - 30 a 50%; pentosanas - 9 a 28%; mananas e galactanas - 0 a 12%; e, produtos extratáveis - 0,2 a 20%.

#### 2.6.4 Propriedades físicas e mecânicas

Dentre as principais propriedades físicas da madeira estão a **massa específica**<sup>1</sup> (massa por volume), ou **densidade**, e a **estabilidade dimensional** (contração e inchamento em função do teor de umidade), e, entre as mecânicas estão a resistência a esforços de **compressão, flexão, tração, cisalhamento e fendilhamento**.

As propriedades físicas e mecânicas são determinadas através de ensaios de laboratório, realizados em equipamentos próprios para essa finalidade, seguindo normas que especificam os métodos, procedimentos, fórmulas de cálculo, formas e dimensões de corpos de prova, etc. Em meio às normas mais utilizadas mundialmente estão: a norte-americana ASTM (American Society for Testing and Materials); a britânica BSI (British Standard Institution); as internacionais da ISO (International Organization for Standardization); e, as da COPANT (Comision Panamericana de Normas Técnicas). No Brasil existem as normas da ABNT (Associação Brasileira de Normas Técnicas).

As propriedades físicas e mecânicas das madeiras são muito importantes no que se refere às aplicações a que serão destinadas. Deste modo, aliado a outros aspectos (econômicos, estéticos, durabilidade, trabalhabilidade, etc.), de acordo com essas propriedades as madeiras podem ser classificadas e agrupadas em usos a que se mostram mais adequados, por exemplos, estruturas, uso em ambientes internos e externos de habitações, móveis, painéis, embalagens, etc.

---

<sup>1</sup> NOTA EXPLICATIVA: neste trabalho, para exprimir a relação entre a massa e volume da madeira é utilizado o termo *massa específica*, exceto para referir-se à massa específica básica em que é utilizado o termo *densidade* básica (cuja definição é apresentada mais adiante).

Entre as várias propriedades da madeira, a massa específica é aquela que mais se destaca. De acordo com Nahuz (1974), a massa específica é uma medida que revela a quantidade do material madeira da parede celular, e, conseqüentemente, relaciona-se com suas propriedades físicas e mecânicas, sendo que a massa específica de madeiras duras tropicais tem importantes implicações nos processos de exploração e conversão, manuseio, transporte e usos finais. Richter & Burger (1978), consideram que a massa específica, a qual tem relação direta com a composição química e o volume de matéria lenhosa por massa, é talvez a característica tecnológica mais importante da madeira, pois a ela estão estreitamente relacionadas às outras propriedades como a resistência mecânica, grau de alteração dimensional, etc. Devido à variação nas dimensões e proporção dos diversos tecidos lenhosos, a massa específica das madeiras varia entre 0,13 e 1,40 g.cm<sup>3</sup>. De acordo com Kollmann & Côté (1968), a massa específica da matéria lenhosa sólida é muito similar entre as madeiras, tanto que se pode admitir um valor de 1,50 g.cm<sup>3</sup> para todas as madeiras.

Segundo Siau (1984), a água, ou umidade, na madeira existe de duas formas: a) água impregnada na parede celular entre as moléculas de celulose; e, b) água líquida em estado livre nas cavidades das células, poros, elementos estruturais de condução, etc.

A madeira é um material higroscópico e apresenta os fenômenos de contração e inchamento (estabilidade dimensional) pela perda ou absorção de umidade. A entrada de água entre as moléculas de celulose da parede celular provoca o afastamento das mesmas e como conseqüência o inchamento. O processo contrário produz a aproximação das moléculas de celulose, resultando na contração da madeira (Panshin & Zeeuw, 1970).

Como já mencionado, a madeira é um material anisotrópico que possui diferentes comportamentos de contração e inchamento nas três direções espaciais (radial, tangencial e longitudinal). Segundo Siau (1984), a contração na direção longitudinal para a maioria das madeiras pode ser considerada desprezível (varia entre 0,1 e 0,3%). A contração na direção tangencial é usualmente o dobro da contração na direção radial, tanto que se pode assumir que dois terços da contração volumétrica é devido à contração tangencial e um terço à radial. Panshin & Zeeuw (1970), atribuem a menor contração na direção radial devido à presença das células

dos raios, as quais possuem faixas de madeira juvenil de baixa massa específica intercaladas com faixas de madeira tardia de alta massa específica.

Aspectos anatômicos como tamanho, quantidade e a distribuição dos poros, além da presença ou não de substâncias obstrutoras, influem grandemente sobre o grau de permeabilidade da madeira, que é uma propriedade física de destaque, especialmente para a secagem e a preservação de madeiras. Em geral madeiras de alta massa específica são mais difíceis de serem secadas ou impregnadas com soluções preservativas. A maior penetração ou saída de líquidos nas madeiras se dá, principalmente, através dos elementos estruturais que desempenham a função de condução no lenho (Brown et al., 1949).

Uma das grandes limitações da madeira é a sua heterogeneidade e variabilidade. Nem mesmo duas amostras de uma mesma árvore apresentam valores de propriedades físicas e mecânicas absolutamente iguais. Segundo Brown et al. (1949), estas diferenças podem ser atribuídas à localização da amostra no tronco (altura, distância da medula e posição no anel de crescimento), defeitos da madeira, etc. Sabe-se que a composição do lenho, a estrutura e a organização de seus elementos constituintes são fatores determinantes das propriedades físicas e mecânicas da madeira (Wangaard, 1950). Rocha (1994) observa que a madeira é um material heterogêneo por ser formada por diversos tipos de células com funções específicas, por ser constituída de uma série de compostos químicos, orgânicos e inorgânicos, e também por sofrer influência de fatores que afetam o desenvolvimento das árvores, tais como clima, solo, local de crescimento e genéticos. Este conjunto de fatores é responsável pelas variabilidades da madeira.

As propriedades físicas e mecânicas utilizadas no presente trabalho, bem como as suas definições e fórmulas de cálculo, são apresentadas mais à frente no capítulo 3 (Material e Métodos).

#### 2.6.5 Propriedades organolépticas

Entre as principais propriedades organolépticas (percebidas pelos sentidos humanos) que tem importância para a identificação e classificação de madeiras, incluem-se a cor, o cheiro, o gosto, a disposição da grã, a textura, o brilho e a figura. A seguir são apresentadas, baseando-se em Richter & Burger (1978), as características e descrições dessas propriedades.

A **cor da madeira** está associada à deposição de substâncias corantes nas paredes das células lenhosas, bem como às reações químicas dessas substâncias após a exposição aos elementos atmosféricos e à luz. Varia do quase branco ao negro, e tem importância do ponto de vista decorativo. Para a descrição da cor da madeira, normalmente são utilizadas observações macroscópicas visuais, onde as cores são nomeadas a partir de padrões de cores.

Alguns institutos de pesquisa utilizam escalas de cores usadas na classificação de solos (Munsell Soil Color Charts, 1975, citado em IBDF, 1981), onde cada cor possui uma codificação específica. Um modo sofisticado para determinar a cor da madeira é pelo método calorimétrico, onde são medidos valores reflectantes das três cores básicas (vermelho, verde e azul) por meio de um fotômetro com filtro de leitura de refletância (Van der Slooten, 1993).

O **cheiro da madeira** é atribuído à presença de substâncias voláteis, depositados principalmente no cerne, onde o odor é mais pronunciado. Devido a volatilidade das substâncias, o cheiro diminui gradativamente mediante a exposição ao ar. O cheiro é uma propriedade importante para a utilização final da madeira (por exemplo, embalagens para alimentos não devem possuir cheiro).

O **gosto da madeira** é associado ao cheiro e provavelmente é atribuído às mesmas substâncias voláteis presentes. Sua importância é semelhante à apontada para o cheiro.

A **grã da madeira** refere-se ao arranjo, direção ou paralelismo, dos elementos celulares constituintes do lenho em relação ao eixo longitudinal do tronco. A grã tem influência nas propriedades mecânicas e na secagem da madeira. Normalmente os tipos são: grã direita (os elementos se dispõem mais ou menos paralelos ao eixo do tronco); grã espiral ou helicoidal (os elementos se dispõem espiraladamente ao longo do eixo do tronco); grã entrecruzada ou revessa (os elementos têm arranjo irregular em diversas direções ao eixo do tronco); grã ondulada ou crespa (os elementos mudam constantemente de direção ao eixo do tronco, e surgem, na face longitudinal, faixas com diferentes tonalidades devido à reflexão da luz); grã inclinada ou oblíqua (os elementos longitudinais apresentam desvio angular ao eixo do tronco).

A **textura da madeira** refere-se à impressão visual produzida pelas dimensões, distribuição e percentagem dos seus elementos estruturais. Nas

folhosas esses elementos são os poros, vasos e parênquima axial, e nas coníferas pela maior ou menor nitidez dos anéis de crescimento.

O **brilho da madeira** refere-se à capacidade das paredes celulares refletirem a luz. Normalmente as madeiras são mais brilhantes nas faces radiais devido à exposição dos raios. O brilho é também, em parte, afetado pelo ângulo de reflexão da luz.

A **figura da madeira** relaciona-se ao desenho natural das suas faces, que resulta das várias características macroscópicas (cerne, alborno, cor, grã, anéis de crescimento e raios). Tem importância no aspecto decorativo.

#### 2.6.6 Outras propriedades

##### 2.6.6.1 Poder calorífico

A madeira é um material combustível, e como tal queima através de reações químicas de combustão dos elementos da parede celular e outros materiais presentes no seu interior. Segundo Brito (1990), a ação do calor sobre a madeira, que é um material predominantemente orgânico, implica na sua total degradação, surgindo, como consequência, uma pequena fração residual que é denominada de "cinzas", e que corresponde aos elementos minerais quantitativamente minoritários originalmente presentes na madeira.

Como regra geral, madeiras de alta massa específica apresentam maior poder calorífico por volume do que madeiras de baixa massa específica, pois este é estreitamente relacionado à quantidade de matéria lenhosa. O poder calorífico também é influenciado pela presença de materiais extrativos inflamáveis como óleos, resinas, ceras, etc., podendo aumentá-lo consideravelmente, além de serem responsáveis pelo odor exalado pela madeira ao ser queimada (Brown et al., 1949).

##### 2.6.6.2 Durabilidade natural

Por resistência, ou durabilidade, natural entende-se o grau de suscetibilidade da madeira ao ataque de agentes destruidores como fungos, insetos e brocas marinhas. A durabilidade natural também pode incluir, além dos agentes mencionados, forças mecânicas naturais (ventos, choques causados por quedas de galhos, etc.), decomposição física (intemperismo) e química. Em geral, as madeiras

de alta massa específica, portanto que apresentam uma estrutura menos porosa e freqüentemente elevado teor de substâncias especiais impregnando as paredes de suas células, são mais resistentes à ação destes inimigos (Richter & Burger, 1978).

Segundo estes últimos autores, a grande quantidade de tecido parenquimático (raios e parênquima axial) proporciona baixa resistência natural à madeira, uma vez que se trata de tecido mole, de fácil penetração, e, sobretudo por atrair os agentes destruidores através dos conteúdos nutritivos armazenados em suas células (amidos, açúcares, proteínas, etc.). A presença de substâncias especiais nas células (sílica, alcalóides, taninos), normalmente de ocorrência mais acentuada no cerne dos troncos, aumenta a durabilidade natural da madeira devido à ação tóxica que freqüentemente apresentam sobre os agentes xilófagos. A sílica confere acentuada resistência natural às madeiras utilizadas em contato com a água do mar, considerada como a condição de uso mais drástica e severa. Usualmente, a presença de substâncias especiais no lenho produz na madeira uma coloração acentuada, e é por isso que madeiras escuras são em geral mais duráveis ou, o cerne que é a parte mais escura no tronco, apresenta maior resistência natural.

#### 2.6.6.3 Trabalhabilidade

O termo trabalhabilidade, ou usinagem, refere-se, principalmente, à facilidade de se processar a madeira com instrumentos, ou máquinas, de processamento secundário (aplainamento, acabamento superficial, etc.). Para avaliar a trabalhabilidade das madeiras são executados ensaios tecnológicos específicos. De acordo com o Instituto Brasileiro do Meio Ambiente e dos Recursos Naturais Renováveis – IBAMA (1997), entre as operações industriais secundárias mais comuns que utilizam instrumentos de processamento estão: aplinar, lixar, torneiar, furar (com brocas) e pregar.

Segundo Richter & Burger (1978), em primeiro lugar, quanto a trabalhabilidade, a grã da madeira fornece uma idéia da facilidade de se conseguir um bom acabamento superficial das peças. Madeiras com grã reta não apresentam dificuldades neste sentido, porém aquelas com grã irregular, apresentam superfície áspera nas regiões onde o instrumento passou em sentido contrário à direção normal dos tecidos. Madeiras excessivamente moles (baixa massa específica) apresentam também dificuldade na obtenção de superfícies lisas. Por outro lado,

espécies com massa específica muito alta são difíceis de serem trabalhadas por provocarem grande desgaste das ferramentas em vista de sua acentuada dureza. Substâncias como a sílica nas células, é capaz de tornar antieconômico, pelos danos que produz nos equipamentos, o aproveitamento da madeira.

#### 2.6.6.4 Propriedades acústicas

As propriedades acústicas da madeira aqui mencionadas referem-se à sua sensibilidade em responder sonoramente a estímulos ou vibrações energéticas mecânicas, principalmente quando é utilizada na confecção de peças de instrumentos musicais. De acordo com Van der Slooten (1993), os princípios de ressonância e as propriedades de radiação do som na madeira foram aplicados durante séculos na construção de instrumentos musicais em madeira, antes mesmo de serem cientificamente comprovados. Atualmente, as propriedades acústicas da madeira são conhecidas e podem ser devidamente investigadas.

#### 2.6.6.5 Isolamento térmico, elétrico e sonoro

A madeira é considerada má condutora de calor, de correntes elétricas e de ondas sonoras, o que lhe confere qualidades adequadas de isolamento a esses agentes físicos. Referindo-se ao seu uso geral pelo homem, Lepage et al. (1986) comentam que a madeira ocupa lugar de destaque não somente devido à sua elevada resistência mecânica em relação à própria massa, facilidade de usinagem, resistência química apreciável, etc., mas também devido às suas boas propriedades de isolamento térmico e elétrico.

#### 2.6.7 Tratamentos e processos industriais

A seguir são apresentadas breves considerações colhidas na literatura acerca de alguns tratamentos e processos industriais da madeira.

##### 2.6.7.1 Secagem

A secagem, que é a operação da retirada da água da madeira, pode ser considerada como uma das fases mais decisivas para o sucesso de operações

industriais como para a utilização final da madeira. A secagem da madeira pode ser promovida naturalmente em processo lento, onde a madeira fica exposta ao ar até atingir o equilíbrio com a umidade do ambiente em que se encontra, ou artificialmente em processo acelerado, realizado em equipamentos (estufas) próprios para essa finalidade. A redução do teor de umidade na madeira envolve gastos de energia via processos de secagem e o custo de secagem representa uma quantia significativa nos processos industriais de madeira (Silva et al., 1998).

As madeiras são classificadas com relação ao grau de facilidade de secagem, o qual é em função do tempo de secagem e dos defeitos derivados do processo de secagem. Segundo Silva et al. (1998), a operação de secagem deve, além de remover uma quantidade de água pré-determinada, promover uma distribuição uniforme da umidade no interior da madeira. A quantidade de água a ser removida é função da finalidade a que se destina o produto de madeira, assim como da condição de serviço a que estará sujeita.

#### 2.6.7.2 Preservação

É um tratamento que tem por objetivo dotar a madeira de resistência contra a ação deterioradora de agentes bióticos (insetos, fungos, bactérias, etc.) e abióticos (intemperismo, produtos químicos, fogo, etc.), conferindo-lhe maior durabilidade.

Basicamente, esse tratamento consiste em incorporar a madeira produtos químicos preservativos ou acabamentos superficiais protetores. Uma importante limitação desse tratamento refere-se a impregnabilidade, ou impenetrabilidade, do cerne da maioria das madeiras duras amazônicas a produtos preservativos, no entanto, essa impregnabilidade tem, em geral, uma relação inversa com a durabilidade natural dessas madeiras, isto é, quanto mais dura e impregnável for madeira maior é sua durabilidade natural.

São vários os processos de preservação de madeiras. Segundo Jankowsky (1990), esses processos dividem-se em 2 categorias: a) processos com pressão ou industriais, que utilizam grandes recipientes cilíndricos de aço, onde, com o uso adequado de vácuo e pressão, produtos químicos com propriedades preservativas são injetados no interior da madeira; e, b) processos sem pressão, ou caseiros, que dispensam o uso de equipamentos sofisticados, possíveis de serem

efetuados pelos próprios interessados, e que são capazes de economicamente proteger e aumentar a duração natural da madeira.

#### 2.6.7.3 Colagem

De acordo com Silva et al. (1998), o conteúdo de umidade do substrato (madeira), é um fator muito importante para se obter ligações que apresentem um comportamento adequado em serviço. Em processos de colagem da madeira, a maioria dos adesivos não forma uma linha de cola satisfatória em teores de umidade acima de 20%. A textura da madeira tem grande importância sob o comportamento face à colagem e aplicação de revestimentos superficiais. Madeiras com textura grossa absorvem em grande quantidade as substâncias que lhe são aplicadas. No caso de pinturas são necessárias várias demãos para se obter um bom revestimento. Sob o ponto de vista da colagem, a excessiva absorção do adesivo por uma superfície porosa pode causar uma má colagem, além do perigo da ultrapassagem da cola até a outra face da lâmina de madeira prejudicando sua aparência. Ao contrário, madeiras de estrutura muito fechada e superfícies lisas devido à deficiência de penetração do adesivo, apresentam freqüentemente uma linha de cola fraca para a maioria dos adesivos.

#### 2.6.7.4 Fabricação de polpa e papel

É possível avaliar as qualidades de determinada madeira para a fabricação de polpa e papel através de um exame de sua estrutura anatômica. As características estruturais desejáveis por conferirem uma melhor qualidade ao produto são: células de grande comprimento, pois esta característica confere ao produto elevada resistência mecânica; e, células de paredes relativamente espessas, para que se obtenha um alto rendimento de pasta por volume de madeira. Outras características desejáveis são: cor clara, pois haverá menos gasto de substâncias químicas no processo de branqueamento; e, ausência de canais secretores e conteúdos especiais, porque normalmente estas substâncias estranhas ao processo causam problemas na operação de cozimento. Para fabricação de polpa e papel, massas específicas extremamente elevadas são desvantajosas por dificultarem as operações de desfibragem em vista da excessiva dureza das

madeiras. A faixa ideal de massa específica seca situa-se entre 0,5 e 0,7 g.cm<sup>3</sup> (Brown et al., 1949; Panshin & Zeeuw, 1970).

## 2.7 Análise estatística multivariada

São apresentadas a seguir breves considerações sobre a técnica de análise estatística multivariada, a qual é empregada para os agrupamentos das espécies de madeira deste estudo.

### 2.7.1 Definições

De acordo com Queiroz (1990), análise estatística multivariada é o ramo da estatística que objetiva o estudo das amostras e distribuições multidimensionais, representando, resumindo, e interpretando os dados amostrados a partir de populações nas quais são medidas duas ou mais características para cada unidade experimental.

A análise estatística multivariada engloba métodos estatísticos para descrever e analisar dados que incluem medidas simultâneas de muitas variáveis correlacionadas, que se supõe, explicam a complexidade de um sistema biológico (Nascimento et al., 1997).

Omi et al. (1979), comentam que técnicas de análises estatísticas multivariadas, análises de agrupamentos e de componentes principais, são instrumentos que permitem determinar uma estrutura racional a um conjunto de informações experimentais, classificando-as e permitindo analisar as similaridades entre unidades experimentais que, em geral, variam com respeito a um grande número de características.

### 2.7.2 Justificativas de uso

A complexidade inerente aos fatores ecológicos, o elevado número de espécies e seus inter-relacionamentos, a ausência de predominância de uma ou de poucas espécies e a complexidade de sítios e de fatores ambientais, entre outras características inerentes às florestas tropicais, têm impedido o sucesso de aplicação

dos procedimentos de sumarização e classificação de dados (Greig-Smith et al., 1967; Weeb et al., 1967).

Johnson & Wichern (1988), consideram que, de uma maneira geral, emprega-se a análise multivariada quando o objetivo da investigação científica pode ser alcançado através da redução de dados ou simplificação estrutural, classificação e agrupamento, investigação da dependência entre variáveis, previsões, e construção de testes de hipóteses.

Segundo Queiroz (1990), a justificativa para medir diversas variáveis em cada unidade amostral é, na maioria dos casos, de que nenhuma delas consegue caracterizar individualmente de maneira adequada essa unidade, ou consegue discriminar os indivíduos com relação a qualquer critério que seja empregado. Exemplos: na engenharia pode-se medir peso, comprimento, força de tensão e dureza em diversos itens manufaturados por um dado processo; na agronomia pode-se estar interessado na produção, padrão, comprimento e resistência a doenças ao testar novas variedades de plantas. Muitos dos processos de experimentação são, portanto, multivariados. Além disso, desde que diversas medidas em cada uma das unidades experimentais estejam correlacionadas, torna-se inapropriado aplicar a análise univariada para cada uma das variáveis, uma vez que essa análise é uma simplificação que se apresenta quando somente uma característica é tomada do material experimental.

### 2.7.3 Técnicas de análise

Entre as técnicas eficientes de classificação de dados multivariados, estão a Análise Discriminante e Análise de Agrupamento, as quais relacionam-se com a separação de indivíduos distintos e alocação desses em grupos pré-definidos (Johnson & Wichern, 1988).

Segundo Souza et al. (1990), a Análise Discriminante aloca indivíduos em classes ou agrupamentos previamente estabelecidos e a Análise de Agrupamento constrói os agrupamentos a partir das informações contidas na matriz de dados multivariados, a qual pode ser imaginada como uma matriz primária de dados das variáveis, sendo que uma matriz secundária de distâncias ou de similaridades pode ser calculada para todos os possíveis pares de espécies.

A Análise Discriminante é empregada como procedimento separatório, com a finalidade de investigar as diferenças observadas (Souza et al., 1990). Para Marriott (1974), a Análise Discriminante consiste em investigar como e quando é possível fazer distinções entre os membros de um agrupamento qualquer, com base nas observações feitas sobre ele, sendo que os seus objetivos são: testar diferenças estatísticas significantes a um dado nível de probabilidade entre o agrupamento realizado; determinar o número de funções discriminantes; construir regras de alocações para identificar um indivíduo como membro de um agrupamento; e, estimar as probabilidades de classificações corretas. A Análise Discriminante se presta ainda para testar a suficiência, ou poder separatório, de uma série de variáveis discriminantes (Mardia et al., 1979).

A Análise de Agrupamento é definida como sendo o processo de arranjar séries de dados em sub-séries, de tal maneira que os dados de uma sub-série tenham alto grau de homogeneidade, comparados aos dados de sub-séries diferentes (Hinz, 1975).

Na Análise de Agrupamento cada unidade experimental é incluída em um grupo homogêneo se forem parecidas umas com as outras, se não forem parecidas ficarão em grupos diferentes (Mardia et al., 1979).

Segundo Sneath & Sokal (1973), citado por Queiroz (1990), a técnica de agrupamento consiste, essencialmente, na análise de uma matriz simétrica dos coeficientes de correlação simples, estabelecida para verificar o grau de homogeneidade dos componentes dos grupos em relação aos componentes de um mesmo grupo. Dado um conjunto de unidades conhecidas, o objetivo da Análise de Agrupamento é encontrar a melhor maneira de descrever seus padrões de similaridades mútuas. Em termos gerais, os processos classificatórios, dentre os quais a Análise de Agrupamento, são usados para localizar entidades em classes inicialmente indefinidas, de modo que os indivíduos da mesma classe sejam similares entre si em algum sentido definido pelas variáveis. As classes de indivíduos similares são os agrupamentos.

#### 2.7.4 Exemplos de aplicações

Para as florestas tropicais, caracterizadas por possuírem multivariados aspectos sob qualquer ângulo que se olhe, as técnicas de análise estatística

multivariada apresentam-se como adequadas ferramentas de pesquisa para atingir o conhecimento que se faz necessário com vistas ao seu uso sustentado, conservação, etc.

Contudo, como é ressaltado por Souza et al. (1990), embora haja diversos autores (Marriott, 1974; Morrison, 1976; Mardia et al., 1979) que tratam dos problemas relacionados com a análise multivariada, pouco se conhece da sua eficácia no campo florestal, principalmente em trabalhos que exploram toda a potencialidade da técnica.

Sucedem-se alguns exemplos de uso dessas técnicas.

Omi et al. (1979), utilizaram análise multivariada para classificar tipologias florestais, visando o planejamento do uso do fogo para o manejo de áreas de florestas no estado da Califórnia, EUA, onde os grupos de unidades de áreas foram classificados por Análise Discriminante, sendo que foram utilizadas variáveis como precipitação pluviométrica, declividade, densidade de estradas, classificação e dispersão dos solos, etc.

Souza et al. (1990), utilizaram análise multivariada para também classificar tipologias florestais de uma área de floresta nativa no município de Linhares (ES), onde os objetivos foram identificar e mapear unidades homogêneas para administração do manejo florestal, e, o desenvolvimento de uma metodologia de estratificação de florestas naturais. Foram utilizadas técnicas de Análise de Agrupamento e Análise de Discriminante. Os dados experimentais foram a partir de uma amostragem sistemática de inventário florestal, sendo que a base do agrupamento foi as unidades de amostra (parcelas de 0,20 ha), onde foram consideradas as variáveis: número de árvores, área basal, diâmetro médio, volume, altura comercial e altura total.

Nascimento et al. (1997), empregaram a análise estatística multivariada para agrupar 87 espécies de madeiras amazônicas considerando seis de suas propriedades físicas e mecânicas, quais sejam: densidade básica, módulo de elasticidade à flexão estática, módulo de ruptura à flexão estática, resistência à ruptura à compressão paralela às fibras, resistência no limite proporcional à compressão normal às fibras e resistência à ruptura ao cisalhamento. Quanto ao objetivo geral, o presente trabalho se assemelha com o trabalho de Nascimento et al. (1997).

### 3 MATERIAL E MÉTODOS

#### 3.1 Área do estudo

A área do estudo é composta por 12 pequenas propriedades do Projeto de Colonização Pedro Peixoto (assentamento do INCRA), localizadas nas margens da rodovia BR-364, trecho Rio Branco-Porto Velho, distando, em média, a 110 km da capital Rio Branco, sendo o ponto central com coordenadas geográficas de S 009°46'200" e W 067°06'300" (Figura 7). Nessas propriedades é desenvolvido pelo CPAF – Acre/ Embrapa (Centro de Pesquisa Agroflorestal do Acre, unidade de pesquisa da Empresa Brasileira de Pesquisa Agropecuária), desde 1996, um projeto de manejo florestal madeireiro comunitário.

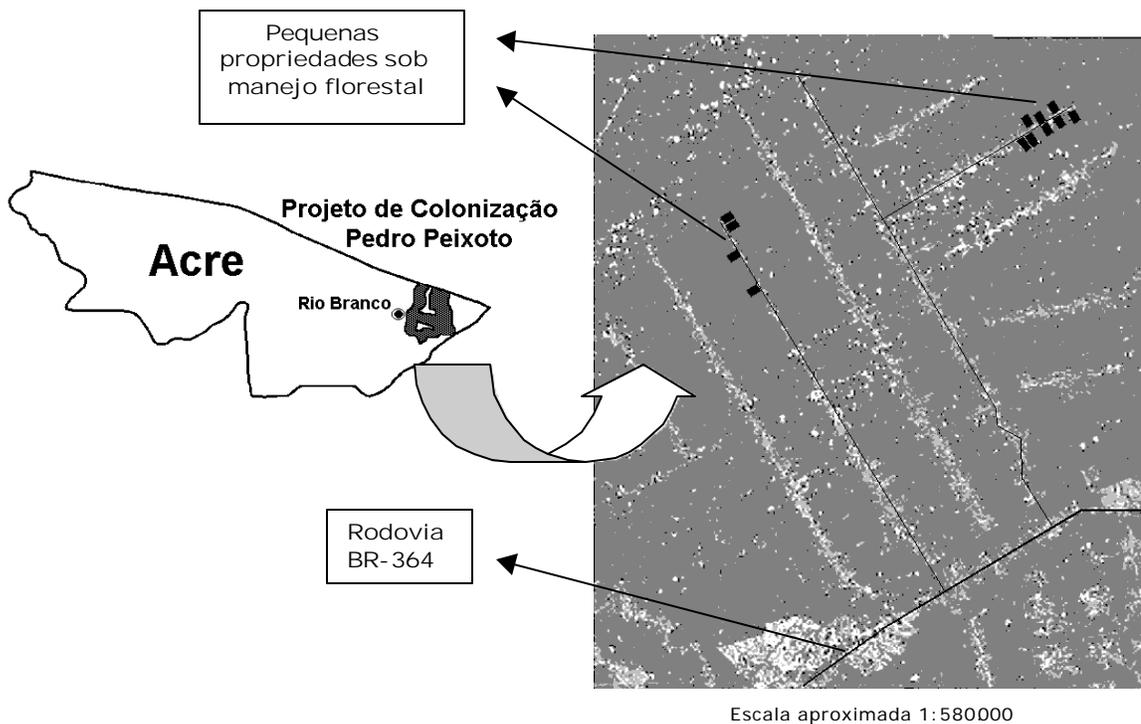


Figura 7 - Localização da área do estudo.

O Projeto de Colonização Pedro Peixoto possui uma área total de 378.395 ha e abriga cerca de 3.000 famílias (Cavalcanti, 1994). Segundo Araujo & Silva (2000), os solos em geral são de baixa fertilidade, ocorrendo, porém, pequenas manchas com bom potencial agrícola. O clima é tipicamente tropical, bastante quente e úmido, composto de estações de seca (maio a outubro) e de chuva (novembro a abril) bem definidas. A temperatura média anual situa-se em torno de 25°C. As precipitações anuais variam de 1.700 a 2.400 mm. A umidade relativa do ar é elevada, situando-se, em média, acima dos 80%. A cobertura florestal é constituída por floresta tropical primária densa amazônica. Segundo Araujo (1998), estima-se em cerca de 30 a 40% a alteração da cobertura florestal original, principalmente na formação de pastagens e desmatamentos para agricultura em pequena escala (subsistência).

Em média, cada propriedade possui uma área total de 72 ha, com aproximadamente 75% de cobertura florestal primária. A área da propriedade efetivamente sob manejo florestal é a área de Reserva Legal, que corresponde à metade (50%) da sua área total e localiza-se na parte posterior desta. A área sob manejo florestal de cada propriedade é, em média, de 36 ha. A área total sob manejo florestal (soma das áreas das 12 propriedades) é de 431 ha (Araujo & Oliveira, 1996).

### 3.2 Plano de manejo florestal

Em linhas gerais, segundo Araujo (1998), o plano de manejo florestal consiste em dividir a parte sob manejo (Reserva Legal) das propriedades em 10 compartimentos de igual tamanho (aproximadamente 3,6 ha cada), explorando-se um ao ano, a uma intensidade exploratória média em torno de 8,0 m<sup>3</sup>.ha<sup>-1</sup> (Figura 8). O ciclo de corte é, portanto, de dez anos.

A intensidade exploratória de 8,0 m<sup>3</sup>.ha<sup>-1</sup> representa cerca de um quinto das recomendações para o manejo florestal na Amazônia brasileira. Resultados de pesquisas em manejo florestal na Amazônia indicam uma intensidade exploratória e um ciclo de corte ótimos, de 40 m<sup>3</sup>.ha<sup>-1</sup> e 30 anos, respectivamente (Silva, 1990; Higuchi & Vieira, 1990). Essas recomendações baseiam-se na produtividade volumétrica média de uma floresta manejada, que se situa em torno de 2,0 m<sup>3</sup>.ha<sup>-1</sup>. Assim, em termos de recomposição ou rotação sustentável da floresta, a

expectativa é de que o curto ciclo de corte de dez anos previsto para as propriedades do P.C. Peixoto, seja compensado pela baixa intensidade exploratória de  $8,0 \text{ m}^3 \cdot \text{ha}^{-1}$ .

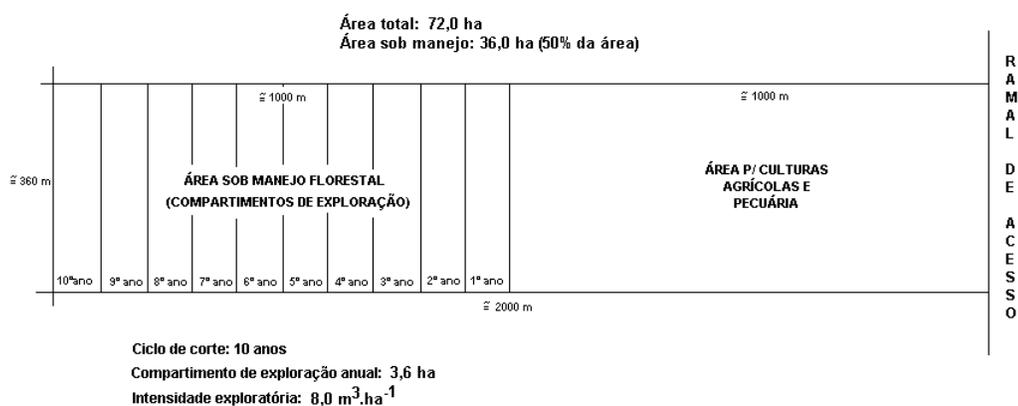


Figura 8 - Desenho esquemático de uma pequena propriedade sob manejo florestal do Projeto de Colonização Pedro Peixoto.

Estudos básicos mostraram que as áreas possuem potencial de médio a bom para o manejo florestal. Segundo Araujo & Oliveira (1996), o inventário de reconhecimento (diagnóstico) revelou a ocorrência de aproximadamente 300 espécies de árvores com uma distribuição diamétrica bastante equilibrada, um número médio de  $375 \text{ árvores} \cdot \text{ha}^{-1}$  ( $\text{DAP} \geq 10,0 \text{ cm}$ ), área basal média de  $21,96 \text{ m}^2 \cdot \text{ha}^{-1}$  ( $\text{DAP} \geq 10,0 \text{ cm}$ ), volume total médio de  $180,36 \text{ m}^3 \cdot \text{ha}^{-1}$  ( $\text{DAP} \geq 10,0 \text{ cm}$ ) e volume comercial total de  $73,07 \text{ m}^3 \cdot \text{ha}^{-1}$  ( $\text{DAP} \geq 50,0 \text{ cm}$ ).

Os trabalhos de exploração florestal são, normalmente, iniciados nos meses de maio ou junho, estendendo-se até setembro a outubro. Nesse período, as atividades de manejo florestal são perfeitamente compatibilizadas com as outras atividades do calendário agrícola dos produtores (agricultura, pecuária e extrativismo), além das condições climáticas serem mais favoráveis, pois é o período de estiagem amazônico.

A exploração florestal é constituída, basicamente, por três operações realizadas em seqüência: a) corte da árvore; b) desdobro (transformação da tora em peças serradas no próprio local do corte, utilizando motosserras e/ou serraria portátil); e, c) retirada, por tração animal, da madeira serrada até a via de

escoamento. Essas operações caracterizam-se por não utilizarem máquinas pesadas, portanto, não requerem grandes investimentos, além de serem menos agressivas à floresta. Os danos são reduzidos, quando comparados com uma exploração convencional mecanizada.

O sistema de manejo florestal proposto, além de operações de exploração propriamente ditas, compõe-se ainda das seguintes etapas: a) inventário pré-exploratório a 100% dos compartimentos a serem explorados (possibilitando o planejamento da exploração quanto às espécies, tipos de produtos, logística, etc.); b) tratamento silvicultural de corte de cipós (tem como objetivo favorecer o desenvolvimento das árvores, bem como liberá-las do entrelaçamento com as copas de outras árvores, tendo em vista a derrubada); c) inventário contínuo por meio de parcelas amostrais permanentes (tem como objetivo monitorar a floresta principalmente quanto ao crescimento volumétrico e o comportamento da regeneração natural); e, d) avaliação de danos da exploração quanto à abertura de clareiras e trilhas de arraste, árvores danificadas, etc.

### 3.3 Inventário florestal a 100%

O inventário pré-exploratório é realizado em cada compartimento de manejo das propriedades, normalmente, nos meses de outubro e novembro do ano antecedente à exploração, abordando 100% das árvores ocorrentes com DAP  $\geq$  50,0 cm. Nesse inventário são tomadas informações sobre a denominação usual das espécies, mensurados os diâmetros, observadas as condições de aproveitamento da tora, além da plotação das árvores em croqui.

A identificação em campo das espécies (denominação usual) é realizada por “mateiros” experientes, utilizando-se de observações visuais das folhas, casca, lenho, exsudações, etc. Juntamente com a identificação das espécies são tomados, com auxílio de uma trena, as CAP's (circunferências à altura do peito) das árvores, que posteriormente são convertidas em DAP's (diâmetros à altura do peito). A condição de aproveitamento da tora é definida em função dos defeitos existentes (tortuosidade, presença de podridão, oco ou rachaduras, etc.) e fornece um indicativo do estado da árvore, com vistas ao aproveitamento possível para peças de madeira serradas. Embora não se quantifique o nível de aproveitamento em termos volumétricos, a condição de aproveitamento da tora é um critério de escolha

para o abate da árvore, juntamente com a abundância (árvores.ha<sup>-1</sup>), volume (m<sup>3</sup>.ha<sup>-1</sup>) e a manutenção de árvores porta-sementes. A plotação das árvores em croqui é realizada de modo aproximado, tendo como referenciais as picadas feitas para o inventário no centro e nas bordas dos compartimentos.

As Figuras 9 e 10 apresentam, respectivamente, um modelo da ficha de campo utilizada no inventário florestal a 100% e um exemplo de croqui com as árvores plotadas.

**PROJETO DE MANEJO FLORESTAL DO P.C. PEIXOTO**  
**INVENTÁRIO FLORESTAL A 100%**  
 RAMAL: \_\_\_\_\_ LOTE N.º \_\_\_\_\_  
 PROPRIETÁRIO: \_\_\_\_\_  
 COMP. DE MANEJO N.º: \_\_\_\_\_ DATA: \_\_\_/\_\_\_/\_\_\_

N.º	ESPÉCIE	CAP	QT	N.º	ESPÉCIE	CAP	QT

⚡                      ⚡                      ⚡

--	--	--	--	--	--	--	--

N.º = número seqüencial                      QT = QUALIDADE DA TORA (condição de aproveitamento)  
 ESPÉCIE = nome usual da árvore                      1. Tora com aproveitamento total  
 CAP = circunferência a altura                      2. Tora com aproveitamento parcial  
           do peito (cm)                                      3. Tora sem aproveitamento

Figura 9 - Modelo da ficha de campo utilizada no inventário florestal a 100%.

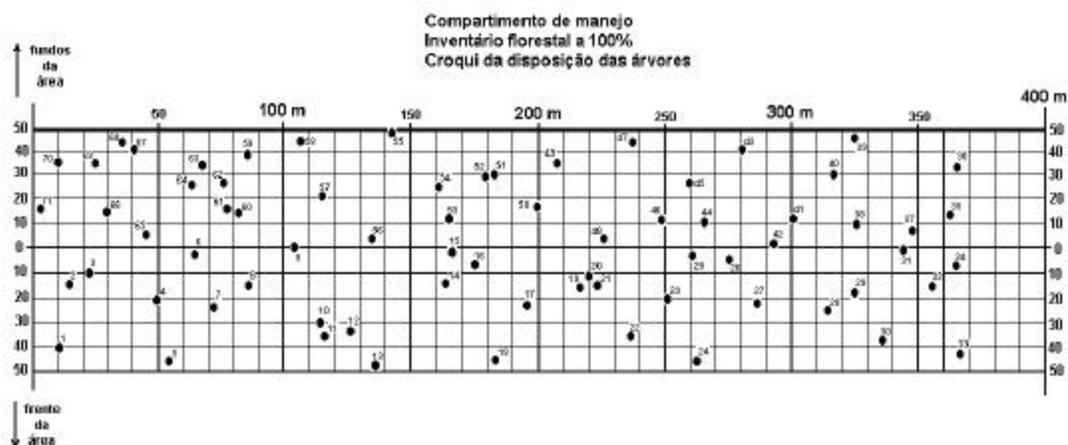


Figura 10 - Inventário florestal a 100%: exemplo de croqui com a distribuição das árvores ocorrentes no compartimento de manejo.

Como já mencionado, o principal objetivo do inventário a 100% é possibilitar o planejamento da exploração, em termos de espécies a serem exploradas, volumes de madeira, tipos de produtos a serem confeccionados, etc., baseado no estoque de madeira disponível de cada área.

Nesse trabalho os resultados do inventário pré-exploratório são expressos, por espécie, em: a) número total de árvores (NT) na área inventariada; b) abundância (número de árvores) por hectare (AB); c) volume total das árvores em pé (VT) na área inventariada; d) volume por hectare das árvores em pé (V); e) área basal total (ABsT) na área inventariada; f) área basal por hectare (ABs); g) Índice de Importância da Espécie em percentual (IND); e, h) condição de aproveitamento da tora em percentual (total, parcial e sem aproveitamento).

O volume da árvore em pé ( $V_{\text{Árvore em pé}}$ ) corresponde ao volume potencialmente aproveitável da tora com casca, tendo como base de cálculo o DAP e a altura comercial, a qual, normalmente, inicia-se na base da árvore, junto ao solo, estendendo-se até as primeiras galhadas ou bifurcações. Esse volume é estimado pela equação matemática de simples entrada (Araujo, 1998):

$$V_{\text{Árvore em pé}} = -0,692349 + 0,001339 \text{ DAP}^2 \quad (1)$$

Onde:  $V_{\text{Árvore em pé}}$  = volume da árvore em pé, em  $\text{m}^3$   
 DAP = diâmetro à altura do peito (1,30 m), em cm

O Índice de Importância da Espécie (IND) é um valor percentual, expresso pela média aritmética simples dos percentuais de cada espécie para NT, VT e ABsT, em relação aos respectivos totais (todas as espécies) dessas variáveis para a área inventariada. É dado pela expressão:

$$IND = \frac{\left(\frac{NT_{\text{espécie}}}{NT_{\text{total}}} 100\right) + \left(\frac{VT_{\text{espécie}}}{VT_{\text{total}}} 100\right) + \left(\frac{ABsT_{\text{espécie}}}{ABsT_{\text{total}}} 100\right)}{3} \quad (2)$$

Onde: IND = Índice de Importância da Espécie, em percentual  
 $NT_{\text{espécie}}$  = número total de árvores da espécie  
 $NT_{\text{total}}$  = número total de árvores da área inventariada  
 $VT_{\text{espécie}}$  = volume total da espécie, em  $m^3$   
 $VT_{\text{total}}$  = volume total das árvores, em  $m^3$   
 $ABST_{\text{espécie}}$  = área basal total da espécie, em  $m^2$   
 $ABST_{\text{total}}$  = área basal total da área inventariada, em  $m^2$

Para as 12 propriedades foram inventariadas, de 1997 até 2001, 57 compartimentos de manejo, totalizando 206,8 hectares, correspondendo a 48% da área total sob manejo. A Tabela 1 apresenta a distribuição, por propriedade, da área total, área sob manejo, área do compartimento, número de compartimentos inventariados e área inventariada.

Tabela 1. Distribuição por propriedade da área total, área sob manejo, área do compartimento, número de compartimentos inventariados e área inventariada até o ano 2001.

PROPRI- IDADE	ÁREA TOTAL (ha)	ÁREA SOB MANEJO (ha)	ÁREA DO COMPARTI- MENTO (ha)	COMPARTI- MENTOS INVENTA- RIADOS	ÁREA INVENTA- RIADA (ha)	ÁREA INVENTA- RIADA (%)
1	72	36	3,6	5	18,0	50
2	66	33	3,3	4	13,2	40
3	72	36	3,6	5	18,0	50
4	74	37	3,7	5	18,5	50
5	66	33	3,3	4	13,2	40
6	78	39	3,9	10	39,0	100
7	72	36	3,6	4	14,4	40
8	72	36	3,6	2	7,2	20
9	72	36	3,6	3	10,8	30
10	72	36	3,6	5	18,0	50
11	76	38	3,8	5	19,0	50
12	70	35	3,5	5	17,5	50
TOTAL	862	431	43,1	57	206,8	48
MÉDIA	72	36	3,6	4,75	17,2	48

### 3.4 Determinação das espécies do estudo

As espécies de madeira do presente estudo foram as que ocorreram nas áreas inventariadas a 100% das 12 pequenas propriedades do Projeto de Colonização Pedro Peixoto, ou seja, 206,8 hectares, correspondentes a 57 compartimentos de manejo.

Torna-se importante ressaltar que as espécies ocorrentes nas áreas inventariadas não foram identificadas em laboratório, ou seja, por meio de exsicatas (folhas, flores, frutos, etc.) ou através da anatomia da madeira, e sim, receberam a denominação botânica a partir do reconhecimento em campo pelo nome usual, fornecido por "mateiros".

A denominação botânica, ou nome científico, baseou-se no trabalho de Araujo & Silva (2000), no qual foram relacionadas 786 espécies florestais (lenhosas e não lenhosas), bem como suas principais utilizações, ocorrentes nos 10 principais inventários florestais já realizados no estado do Acre (as áreas desses inventários somadas cobrem 4.499.686 ha, ou 29,4% da área total do estado). Para o trabalho desses autores, os nomes usuais e científicos foram checados e corrigidos no herbário da Fundação de Tecnologia do Estado do Acre - FUNTAC, utilizando-se de consultas a trabalhos de taxonomia vegetal, coleções de referência (exsicatas) e da larga experiência e conhecimento prático de seus "mateiros" e técnicos.

Não obstante, enfatiza-se que os nomes usuais das espécies do inventário a 100% da área do estudo estão em concordância com nomes usuais de espécies já identificadas no laboratório (herbário) da FUNTAC, uma vez que foram fornecidos, em boa parte, pelos mesmos "mateiros". Esse aspecto confere à denominação botânica dada às espécies do estudo credibilidade bastante satisfatória.

Algumas espécies foram identificadas somente ao nível de família, e, em razão de não possuírem a devida denominação científica, não puderam fazer parte do estudo referente aos agrupamentos das espécies, uma vez que se utilizou o nome científico (gênero e espécie) para a busca das informações tecnológicas de cada espécie na literatura.

### 3.5 Levantamento das propriedades tecnológicas das espécies

Essa etapa consistiu de uma ampla coleta de informações, disponíveis em diversas fontes, a respeito das propriedades físicas e mecânicas das espécies de madeira do estudo.

Devido à notória fragilidade de identificação pelo nome usual (vulgar), em face da grande quantidade de nomes usuais utilizados para designar as mesmas espécies, a busca das informações foi a partir dos nomes científicos (gênero e espécie) das espécies.

É importante ressaltar que para algumas espécies foram consideradas as propriedades físicas e mecânicas por semelhança de gênero, visto que não foram encontradas integralmente (gênero e espécie) na literatura. Adotou-se esse procedimento tendo como base observações dos dados de espécies diferentes pertencentes aos mesmos gêneros, onde é verificado, com poucas exceções, que não há grandes variações dos dados das suas propriedades. Apesar desta metodologia não possuir exatidão científica, entende-se que a semelhança de gênero é uma referência preliminar e inicialmente válida para efeito de incluir espécies pouco conhecidas em meio às tradicionais. O ideal é que sejam feitos novos ensaios tecnológicos dessas espécies. Nesse sentido, este trabalho está dando sua contribuição, pois as espécies nessa condição são devidamente identificadas.

As informações, ou dados, foram obtidas por meio de consultas às publicações de instituições de pesquisa, estudos ou ensaios de laboratório com madeiras da região amazônica (a relação desses trabalhos consta no ANEXO C).

As principais fontes institucionais de consulta foram:

- Laboratório de Produtos Florestais do Instituto Brasileiro do Meio Ambiente e dos Recursos Naturais Renováveis – LPF/IBAMA, Brasília, DF;
- Instituto de Pesquisas Tecnológicas do Estado de São Paulo – IPT, São Paulo, SP;
- Instituto Nacional de Pesquisas da Amazônia – INPA, Manaus, AM;
- Superintendência do Desenvolvimento da Amazônia – SUDAM, Belém. PA;
- Shimane University, Matsue, Japão; e,
- Organización Internacional de las Maderas Tropicales/Centre Technique Forestier Tropical – OIMT/CTFT, Japão.

Estas instituições seguem normas de ensaio definidas para a determinação das propriedades físicas e mecânicas das madeiras. Como exemplos citam-se: o IPT, que utiliza normas da ABNT; e, o LPF/IBAMA e o INPA, que utilizam normas da COPANT, as quais, segundo o IBDF (1988), são derivadas da ASTM.

Com relação às propriedades mecânicas, encontraram-se na literatura situações onde os corpos de prova utilizados foram condicionados aos teores de umidade de 12% e de 15%. Neste trabalho adotou-se aquelas na condição de umidade de 12%, em razão de ser este o teor de umidade mais freqüente entre as fontes de informações consultadas, sendo que os dados das propriedades mecânicas na condição de 15% não foram considerados.

Em razão de que neste trabalho foi utilizada a densidade básica, isto é, a relação entre a massa seca em estufa, a 0% de umidade, e o volume saturado<sup>2</sup> (IBDF, 1988), nos casos em que os dados referentes à densidade, ou massa específica, são apresentados na literatura em outras condições de umidade, procederam-se, de acordo com Franco<sup>3</sup> e Jankowsky<sup>4</sup>, as devidas conversões dos dados.

De modo similar, em razão que neste trabalho foram utilizados dados relativos às propriedades físicas de contração linear tangencial e radial, isto é, a variação dimensional na direção tangencial aos anéis de crescimento e na direção dos raios da madeira em função da variação de umidade desde o estado verde (saturado), até seca em estufa, a 0% de umidade (IBDF, 1988), obtidos pelas normas COPANT, a qual considera a contração em relação à dimensão no estado verde, nos casos em que os dados na literatura eram provenientes de ensaios que consideram a contração em relação à dimensão no estado seco, procederam-se as conversões.

As conversões das massas específicas e das contrações foram da seguinte maneira:

- Para dados de massa específica a 15% de umidade, isto é, a relação entre a massa seca em estufa, a 0% de umidade, e o volume a 15% de umidade (SUDAM,

---

<sup>2</sup> Volume saturado, ou volume verde, refere-se ao volume atingido pela madeira (corpo de prova do ensaio) quando é imersa em água, com temperatura de 20°C ±5 °C, por um longo período até a sua saturação. O volume verde é determinado pelas dimensões finais do corpo de prova até que este alcance massa constante ou com no máximo uma variação de 0,5% em relação à medida anterior (IBDF, 1988; ABNT, 1997).

<sup>3</sup> FRANCO, N. Comunicação pessoal, 2002.

<sup>4</sup> JANKOWSKY, I.P. Comunicação pessoal, 2002.

1981), fez-se a conversão para a densidade básica por dedução das fórmulas de cálculo da densidade básica (massa seca/volume saturado) e da massa específica a 15% (massa seca/volume a 15%), assumindo-se três pressupostos básicos, a saber: a) a contração volumétrica<sup>5</sup> (CTV) é igual a soma das contrações lineares tangencial e radial (neste caso, a contração linear longitudinal, por ser desprezível (Siau, 1984), foi ignorada); b) a contração volumétrica (CTV) é linear entre 0% de umidade e o Ponto de Saturação das Fibras<sup>6</sup> (PSF); e, c) o Ponto de Saturação das Fibras (PSF) ocorre a 28% de umidade.

- Para dados de massa específica aparente a 15% de umidade, isto é, a relação entre a massa e o volume, ambos a 15% de umidade (Mainieri & Chimelo, 1989), fez-se a conversão para a densidade básica por dedução das fórmulas de cálculo da densidade básica (massa seca/volume saturado) e da massa específica aparente a 15% (massa a 15%/volume a 15%), considerando os três pressupostos básicos citados para a conversão anterior, além da relação entre a massa seca e a massa ao teor de umidade de 15%.

- Para dados de massa específica aparente a 12% de umidade, isto é, a relação entre a massa e o volume, ambos a 12% de umidade (Chichignoud et al., 1990), fez-se a conversão para a densidade básica por dedução das fórmulas de cálculo da densidade básica (massa seca/volume saturado) e da massa específica aparente a 12% (massa a 12%/volume a 12%), considerando os três pressupostos básicos citados para as conversões anteriores, além da relação entre a massa seca e a massa ao teor de umidade de 12%.

- Para dados de contrações lineares tangencial e radial, as quais pelas normas da COPANT são calculadas pelo quociente da diferença das dimensões do estado verde ao seco em estufa pela dimensão verde ( $(\text{dimensão verde} - \text{dimensão seca}) / \text{dimensão verde}$ ), enquanto que pelas normas da ABNT e francesa são calculadas pelo quociente da diferença das dimensões do estado verde ao seco em estufa pela

---

<sup>5</sup> Contração volumétrica (CTV) é a variação dimensional em volume que sofre a madeira ao passar do estado verde ao de seca em estufa, a 0% de umidade (IBDF, 1988).

<sup>6</sup> O Ponto de Saturação das Fibras (PSF) corresponde a um t.u. (teor de umidade) em que as paredes celulares da madeira se encontram completamente saturadas de água, enquanto que o interior das cavidades celulares se encontra isento de água líquida (Panshin & Zeeuw, 1970). O t.u. no PSF varia de acordo com a espécie, porém, pode-se assumir um valor médio de 28% para as diferentes espécies (Kollmann & Côté, 1968). No PSF ocorre o volume máximo da madeira, sendo esse volume equivalente ao volume saturado.

dimensão seca em estufa ((dimensão verde – dimensão seca)/ dimensão seca), fez-se a conversão dos dados da ABNT e norma francesa para os dados da COPANT pelo produto do quociente do valor nominal da respectiva contração pelo valor nominal adicionado de cem, por cem ((valor nominal/valor nominal + 100). 100).

A memória de cálculo das conversões utilizadas é apresentada no APÊNDICE 1.

### 3.6 Propriedades físicas e mecânicas utilizadas

Para o presente estudo foi utilizado um total de doze propriedades, sendo três físicas e nove mecânicas. As propriedades físicas e mecânicas das madeiras utilizadas, bem como a notação, a unidade de medida e o teor de umidade do corpo de prova, são apresentados na Tabela 2.

Seguindo uma tendência de padronização de informações das instituições de pesquisa dos países signatários do Sistema Internacional de unidades de medida (Nahuz<sup>7</sup>; Jankowsky<sup>8</sup>), que inclui o Brasil, a unidade de medida das propriedades FEr, CPpar, CPPel, TRper, FDr e Clr, que é apresentada originalmente (na literatura pesquisada) em quilograma força por centímetro quadrado (kgf.cm<sup>-2</sup>), foi convertida para MegaPascal (MPa), utilizando para essa conversão o fator 0,0980665. A unidade de medida da propriedade FEe, que originalmente é expressa em milhar de quilograma força por centímetro quadrado (1000 kgf.cm<sup>-2</sup>), foi convertida para MegaPascal (MPa), utilizando o fator 98,0665. A unidade de medida das propriedades DUpa e DUtr, que nas fontes consultadas é apresentada em quilograma-força (kgf), foi convertida para Newton (N), utilizando o fator 9,80665. Salienta-se que atualmente as unidades de medida MPa e N, para as propriedades mecânicas de madeiras, são utilizadas nas normas técnicas de ensaio da ABNT.

---

<sup>7</sup> NAHUZ, M.A.R. Comunicação pessoal, 2001.

<sup>8</sup> JANKOWSKY, I.P. Comunicação pessoal, 2002.

Tabela 2. Propriedades físicas e mecânicas das madeiras utilizadas no estudo.

	PROPRIEDADES	NOTAÇÃO USADA	UNIDADE	TEOR DE UMIDADE*
FÍSICAS	1. Densidade básica	DEb	$\text{g.cm}^{-3}$	-
	2. Contração tangencial	CTt	%	
	3. Contração radial	CTr	%	-
MECÂNICAS	4. Módulo de ruptura à flexão estática	FEr	MPa	12%
	5. Módulo de elasticidade à flexão estática	FEe	MPa	12%
	6. Resistência à ruptura à compressão paralela às fibras	CPpar	MPa	12%
	7. Resistência no limite proporcional à compressão perpendicular às fibras	CPpel	MPa	12%
	8. Dureza Janka paralela às fibras	DUpa	N	12%
	9. Dureza Janka transversal às fibras	DUtr	N	12%
	10. Resistência à ruptura à tração perpendicular às fibras	TRper	MPa	12%
	11. Resistência à ruptura ao fendilhamento	FDr	MPa	12%
	12. Resistência à ruptura ao cisalhamento	CIr	MPa	12%

Onde: g = grama  
 cm = centímetro  
 MPa = MegaPascal  
 N = Newton  
 \* refere-se ao teor de umidade do corpo de prova do respectivo ensaio

A seguir são apresentadas definições sucintas e as fórmulas de cálculo das propriedades físicas e mecânicas utilizadas neste trabalho, as quais foram adaptadas a partir da norma NBR 7190 (Associação Brasileira de Normas Técnicas - ABNT, 1997).

### 3.6.1 Densidade básica

É uma massa específica convencional da madeira definida pela razão entre a massa seca (Ms) em estufa, em grama (g), ao teor de umidade (t.u.) de 0%, e o volume verde (Vv), em centímetro cúbico (cm<sup>3</sup>), ao teor de umidade (t.u.) saturado.

É dada por:

$$DEb = \frac{Ms}{Vv} \quad (3)$$

Onde: DEb = densidade básica, em g.cm<sup>3</sup>  
 Ms = massa seca em estufa, em g, ao t.u. de 0%  
 Vv = volume verde, em cm<sup>3</sup>, ao t.u. saturado.

### 3.6.2 Contração tangencial

É a propriedade de retração da dimensão da madeira na direção tangencial (Lt) aos anéis de crescimento, ou na direção perpendicular aos raios, em centímetro (cm), que ocorre quando o teor de umidade (t.u.) passa do saturado para 0% seco em estufa.

É expressa em percentagem e dada por:

$$CTt = \left( \frac{Lt_{sat} - Lt_{0\%}}{Lt_{sat}} \right) 100 \quad (4)$$

Onde: CTt = contração tangencial, em %  
 Lt<sub>sat</sub> = dimensão da direção tangencial aos anéis de crescimento, em cm, ao t.u. saturado  
 Lt<sub>0%</sub> = dimensão da direção tangencial aos anéis de crescimento, em cm, ao t.u. de 0%

### 3.6.3 Contração radial

É a propriedade de retração da dimensão da madeira na direção longitudinal ( $L_r$ ) aos raios, ou na direção perpendicular aos anéis de crescimento, em centímetro (cm), que ocorre quando o teor de umidade (t.u.) passa do saturado para 0% seco em estufa.

É expressa em porcentagem e dada por:

$$CTr = \left( \frac{L_{r\text{sat}} - L_{r0\%}}{L_{r\text{sat}}} \right) 100 \quad (5)$$

Onde:  $CTr$  = contração radial, em %  
 $L_{r\text{sat}}$  = dimensão da direção longitudinal aos raios, em cm, ao t.u. saturado  
 $L_{r0\%}$  = dimensão da direção longitudinal aos raios, em cm, ao t.u. de 0%

### 3.6.4 Módulo de ruptura à flexão estática

A resistência, ou módulo, a ruptura da madeira à flexão estática é dado pela razão entre o máximo momento, ( $M_{\text{max}}$ ), em Newton por metro (Nm), que pode atuar em um corpo de prova, ao teor de umidade (t.u.) de 12%, e o módulo de resistência elástico ( $We$ ), em metro cúbico ( $\text{m}^3$ ), da seção transversal do corpo de prova, dado por  $b \cdot h^2 \cdot 6^{-1}$  (onde  $b$  e  $h$  são os lados da seção transversal, em m), calculado com a hipótese da madeira ser um material elástico.

É dado por:

$$FEr = \frac{M_{\text{max}}}{We} \quad (6)$$

Onde:  $FEr$  = módulo de ruptura à flexão estática, em  $\text{N} \cdot \text{m}^2$ , ou MPa, ao t.u. de 12%  
 $M_{\text{max}}$  = máximo momento, em Nm, atuante no corpo de prova  
 $We$  = módulo de resistência elástico, em  $\text{m}^3$

### 3.6.5 Módulo de elasticidade à flexão estática

A rigidez da madeira à flexão estática é caracterizada pelo módulo de elasticidade determinado pela carga aplicada no meio do vão livre (distância entre apoios) do corpo de prova, ao teor de umidade (t.u.) de 12%, submetido ao ensaio. Para seu cálculo considera-se a carga máxima ( $F_{\max}$ ) aplicada, em Newton (N), pelo vão livre, em metro (m), ao cubo ( $L^3$ ), do corpo de prova, e a flecha, ou deslocamento ( $f$ ) no meio do vão livre, em metro (m), provocado pela carga máxima aplicada na  $b$  e  $h$ , em metro (m).

É dado por:

$$FEe = \frac{F_{\max} L^3}{4 f b h^3} \quad (7)$$

Onde: FEe = módulo de elasticidade à flexão estática, em  $N \cdot m^2$ , ou MPa, ao t.u. de 12%

$F_{\max}$  = carga máxima aplicada, em N

$L$  = vão livre, em m, do corpo de prova

$f$  = flecha ou deslocamento, em m, no meio do vão livre do corpo de prova

$b$  e  $h$  = lados da secção transversal, em m, no meio do vão livre do corpo de prova

### 3.6.6 Resistência à ruptura à compressão paralela às fibras

A resistência à ruptura à compressão paralela às fibras é dada pela máxima força de compressão ( $C_{\max}$ ), em Newton (N), que pode atuar na direção paralela às fibras da madeira em um corpo de prova, ao teor de umidade (t.u.) de 12%, com área da seção transversal ( $A$ ), em metro quadrado ( $m^2$ ).

É dada por:

$$CP_{par} = \frac{C_{max}}{A} \quad (8)$$

Onde:  $CP_{par}$  = resistência à ruptura à compressão paralela as fibras,  $N.m^{-2}$ , ou MPa, ao t.u. de 12%  
 $C_{max}$  = máxima força de compressão, em N  
 $A$  = área da seção transversal, em  $m^2$ , do corpo de prova

### 3.6.7 Resistência no limite proporcional à compressão perpendicular às fibras

A resistência no limite proporcional à compressão perpendicular às fibras é dada pela força no limite da proporcionalidade (C), em Newton (N), que pode atuar na direção perpendicular às fibras da madeira em um corpo de prova, ao teor de umidade (t.u.) de 12%, com área da seção de aplicação da carga (A), em metro quadrado ( $m^2$ ).

É dada por:

$$CP_{pel} = \frac{C}{A} \quad (9)$$

Onde:  $CP_{pel}$  = resistência no limite proporcional à compressão perpendicular às fibras, em  $N.m^{-2}$ , ou MPa, ao t.u. de 12%  
 $C$  = força de compressão, em N  
 $A$  = área da seção de aplicação da carga, em  $m^2$ , do corpo de prova

### 3.6.8 Dureza Janka paralela às fibras

A dureza Janka paralela às fibras da madeira é determinada convencionalmente pela máxima força de compressão ( $F_{p_{max}}$ ), em Newton (N), que atua na face paralela às fibras, de um corpo de prova prismático, ao teor de umidade (t.u.) de 12%, e que produz a penetração da área da seção diametral de

uma semi-esfera de aço de um centímetro quadrado (1 cm<sup>2</sup>), na profundidade igual a seu raio.

É dada por:

$$DU_{pa} = F_{p_{max}} \quad (10)$$

Onde:  $DU_{pa}$  = dureza Janka da madeira paralela às fibras, em N, ao t.u. de 12%

$F_{p_{max}}$  = máxima força de compressão atuante na face paralela às fibras, em N

### 3.6.9 Dureza Janka transversal às fibras

A dureza Janka transversal às fibras da madeira é determinada convencionalmente pela máxima força de compressão ( $F_{t_{max}}$ ), em Newton (N), que atua na face transversal às fibras, de um corpo de prova prismático, ao teor de umidade (t.u.) de 12%, e que produz a penetração da área da seção diametral de uma semi-esfera de aço de um centímetro quadrado (1 cm<sup>2</sup>), na profundidade igual a seu raio.

É dada por:

$$DU_{tr} = F_{t_{max}} \quad (11)$$

Onde:  $DU_{tr}$  = dureza Janka da madeira transversal às fibras, em N, ao t.u. de 12%

$F_{t_{max}}$  = máxima força de compressão atuante na face transversal às fibras, em N

### 3.6.10 Resistência à ruptura à tração perpendicular às fibras

A resistência à ruptura à tração perpendicular às fibras da madeira é determinada pela máxima força de tração ( $F_{tr_{max}}$ ), em Newton (N), que pode atuar em um corpo de prova alongado, ao teor de umidade (t.u.) de 12%, com trecho central com área da seção transversal uniforme ( $A$ ), em metro quadrado ( $m^2$ ).

É dada por:

$$TR_{per} = \frac{F_{tr_{max}}}{A} \quad (12)$$

Onde:  $TR_{per}$  = resistência à ruptura à tração perpendicular às fibras, em  $N \cdot m^{-2}$ , ou MPa, ao t.u. de 12%

$F_{tr_{max}}$  = máxima força de tração, em N

$A$  = área da seção transversal uniforme, em  $m^2$ , do corpo de prova

### 3.6.11 Resistência à ruptura ao fendilhamento

A resistência da madeira à ruptura ao fendilhamento é determinada pela máxima força de fendilhamento ( $F_{f_{max}}$ ), em Newton (N), que pode atuar em um corpo de prova, ao teor de umidade (t.u.) de 12%, com área da seção transversal crítica ( $A$ ), em metro quadrado ( $m^2$ ).

É dada por:

$$FDr = \frac{F_{f_{max}}}{A} \quad (13)$$

Onde:  $FDr$  = resistência à ruptura ao fendilhamento, em  $N \cdot m^{-2}$ , ou MPa, ao t.u. de 12%

$F_{f_{max}}$  = máxima força de fendilhamento, em N

$A$  = área da seção transversal crítica, em  $m^2$ , do corpo de prova

### 3.6.12 Resistência à ruptura ao cisalhamento

A resistência da madeira à ruptura ao cisalhamento é determinada pela máxima força de cisalhamento ( $F_{C_{max}}$ ), em Newton (N), que pode atuar em um corpo de prova, ao teor de umidade (t.u.) de 12%, com área da seção transversal crítica (A), em metro quadrado ( $m^2$ ).

É dada por:

$$C_{lr} = \frac{F_{C_{max}}}{A} \quad (14)$$

Onde:  $C_{lr}$  = resistência à ruptura ao cisalhamento, em  $N.m^{-2}$ , ou MPa, ao t.u. de 12%

$F_{C_{max}}$  = máxima força de cisalhamento, em N

A = área da seção transversal crítica, em  $m^2$ , do corpo de prova

### 3.7 Avaliação das relações entre as propriedades físicas e mecânicas

A fim de avaliar as relações existentes entre as propriedades físicas e mecânicas definidas para este trabalho, procedeu-se o estudo de suas correlações e de suas dependências funcionais, ou seja, equações de regressão.

No caso do estudo das correlações, o objetivo de tal avaliação é conhecer o grau de correspondência, ou interdependência, entre as propriedades, ou seja, o quanto estas se relacionam mutuamente. No caso das equações de regressão, o objetivo foi estimar dados faltantes, uma vez que para os agrupamentos das espécies pela análise multivariada, são necessários todos os dados das doze propriedades, pois havendo a falta de um ou mais, a(s) espécie(s) sem o(s) dado(s) fica(m) excluída(s) do(s) agrupamento(s).

Os cálculos das correlações e das equações de regressão foram por meio do programa estatístico Statistical Analysis System – SAS.

Os dados básicos das propriedades para os cálculos das correlações e equações de regressão, foram obtidos a partir de uma amostra procedente de

quatro publicações do LPF/IBAMA (n<sup>os</sup> 8, 9, 12 e 27 do ANEXO C), totalizando informações reais, isto é, obtidas através de ensaios de laboratório, de 163 espécies distintas, sendo que 38 espécies (23,3%) são coincidentes com as desse estudo (a relação dessas espécies, e os respectivos dados das propriedades físicas e mecânicas, encontram-se no APÊNDICE 2). Tal amostra possui boa representatividade quanto à variação existente em madeiras amazônicas (por exemplo, os dados de DEb abrangem madeiras de 0,29 a 1,01 g.cm<sup>3</sup>).

A opção de se obter os dados de apenas uma fonte (LPF/IBAMA), deve-se por se considerar que deste modo há maior homogeneidade entre eles, uma vez que foram obtidos utilizando os mesmos métodos e, presumivelmente, os mesmos equipamentos de ensaio. Entendeu-se também, que o tamanho da amostra (163 espécies) foi suficiente para uma boa precisão das relações entre as propriedades.

### 3.7.1 Correlações

As correlações das propriedades são expressas através do coeficiente de correlação ( $C_{CORR}$ ). Segundo Hewlett Packard Company (1982), o  $C_{CORR}$  determina o grau com que os dados de um conjunto qualquer se ajustam a uma reta definida por uma função linear desses dados, podendo variar no intervalo de -1 (correlação perfeitamente negativa) a +1 (correlação perfeitamente positiva). O coeficiente de correlação é adimensional e dado pela expressão:

$$C_{CORR} = \frac{1}{n-1} \frac{\sum_{i=1}^n (x_i - \bar{x})(y_i - \bar{y})}{\sigma_x \sigma_y} \quad (15)$$

Onde:  $C_{CORR}$  = coeficiente de correlação  
 $n$  = número de observações de cada variável  
 $x_i$  e  $y_i$  = valores i-ésimos das variáveis  $x$  e  $y$ , respectivamente  
 $\mu_x$  e  $\mu_y$  = médias das variáveis  $x$  e  $y$ , respectivamente  
 $\sigma_x$  e  $\sigma_y$  = desvios padrão das variáveis  $x$  e  $y$ , respectivamente

Para cada propriedade foi determinado o coeficiente de correlação médio ( $C_{CORR}$  médio), o qual é calculado pela razão entre a soma dos  $C_{CORR}$  de cada

propriedade com as demais e o número total de propriedades menos um, ou seja, onze. Embora sem muita validade estatística, os coeficientes de correlação médios são aqui considerados índices que espelham o quanto as propriedades correlacionam-se umas com as outras em termos totais. É dado por:

$$C_{CORR} \text{ médio} = \frac{\sum_{i=1}^{n-1} C_{CORR} \text{ propriedade } e_i}{n - 1} \quad (16)$$

Onde:  $C_{CORR}$  médio = coeficiente de correlação médio  
 $C_{CORR}$  propriedade<sub>i</sub> = coeficientes de correlação da i-ésima  
propriedade física ou mecânica  
n = número de propriedades

### 3.7.2 Equações de regressão para estimativas dos dados faltantes na literatura

Como foi mencionado, alguns dados das propriedades das madeiras estão ausentes nas fontes de consulta. Assim, por meio de regressão, foram ajustadas equações matemáticas que possibilitaram estimar os dados faltantes.

Foi utilizada a propriedade densidade básica (DEb) como variável independente para estimativa de todas as outras propriedades. Isso se deveu principalmente a dois motivos: em primeiro lugar, em razão de que é a propriedade mais freqüente (menos ausente) entre as fontes de dados consultadas e, em segundo lugar, porque é a propriedade (juntamente com CPpar e DUtr) que apresenta, como será visto adiante, na média, os maiores coeficientes de correlação com as demais propriedades, o que indica a sua adequação para fins de estimativas.

Os cálculos de regressão foram feitos utilizando o procedimento computacional Guided Data Analysis do programa SAS. Tal procedimento proporciona a análise de suposições estatísticas dos dados sob análise, a qual permite identificar e corrigir as imperfeições, ou violações, estatísticas, tais como: a) necessidade de transformação (logarítmica, raiz quadrada, inversa, etc.) dos dados da variável dependente (propriedade a ser estimada); b) indicação do modelo

(linear, quadrático ou cúbico) de equação mais apropriado; e, c) identificação dos valores discrepantes (*outliers*).

Como critério para saber se a equação ajustada representa adequadamente a relação entre as variáveis (DEb com as outras propriedades), usou-se o coeficiente de determinação ( $R^2$ ).

De acordo com Hosokawa & Souza (1988), o coeficiente de determinação ( $R^2$ ) é um parâmetro que indica quanto de variação da variável dependente está associada com a variação da variável independente. Quanto mais alto o  $R^2$ , melhor é a equação para as estimativas desejadas. Um  $R^2 = 1$ , indica um ajustamento perfeito, ou seja, todos os dados observados se localizam sobre a linha de tendência da equação de regressão.

O coeficiente de determinação ( $R^2$ ) é adimensional e dado pela expressão:

$$R^2 = \frac{\sum_{i=1}^n (\hat{Y}_i - \bar{Y})^2}{\sum_{i=1}^n (Y_i - \bar{Y})^2} \quad (17)$$

Onde:  $R^2$  = coeficiente de determinação

$\hat{Y}$  = valor i-ésimo das estimativas da variável dependente pela regressão

$\bar{Y}$  = média da variável dependente

$Y$  = valor i-ésimo observado da variável dependente

### 3.8 Agrupamentos das espécies

As espécies desse estudo foram agrupadas de três maneiras, quais sejam: a) agrupamento com base na densidade básica (DEb); b) agrupamento pelo conjunto das propriedades físicas e mecânicas, por meio da análise multivariada; e, c) agrupamentos considerando apenas as principais propriedades físicas e mecânicas para diferentes usos finais, por meio da análise multivariada.

O agrupamento por DEb (propriedade cuja relevância já foi destacada no item 2.6.4) tem como finalidade servir como um referencial para os outros

agrupamentos, visto que possibilita confrontações analógicas no sentido de corroborar a validade dos resultados.

### 3.8.1 Agrupamento pela densidade básica

Esse agrupamento foi realizado de modo bastante elementar, onde as espécies foram simplesmente dispostas em grupos conforme a sua densidade básica (DEb).

De acordo com vários autores (Melo et al., 1990; Humphreys, 1990; Forest Products Laboratory - FPL, 1987), a densidade, ou massa específica, é a propriedade mais comumente utilizada para agrupar madeiras tendo em vista sua alta correlação com as propriedades mecânicas e ao fato de ser referência quando se trata de caracterizar qualquer madeira, além de também definir seu uso.

Em relação à classificação de madeiras pela massa específica, verifica-se na literatura que não há rigor em usar essa ou aquela classificação. A SUDAM (1981) adjetivou sua classificação de "arbitrária". Como exemplos da variedade de classificações citam-se: Melo et al. (1990), que utilizou três classes para a densidade básica: Leve: 0,50 g.cm<sup>3</sup>; Média: entre 0,51 e 0,72 g.cm<sup>3</sup>; Pesada: 0,73 g.cm<sup>3</sup>; e, o IPT (Watai<sup>9</sup>) que utilizou cinco classes para a massa específica aparente a 15%: Muito Leve: 0,40 g.cm<sup>3</sup>; Leve: > 0,40 e 0,55 g.cm<sup>3</sup>; Medianamente Pesada: > 0,55 e 0,75 g.cm<sup>3</sup>; Pesada: > 0,75 e 0,95 g.cm<sup>3</sup>; Muito Pesada: > 0,95 g.cm<sup>3</sup>. No entanto, segundo Humphreys & Chimelo (1992), sob o ponto de vista prático é conveniente classificar madeiras, com base na massa específica, em mais de três classes, em razão de facilitar a classificação de espécies em função de seus usos finais.

O agrupamento pela massa específica nesse trabalho, foi com base em uma classificação elaborada especificamente para esse fim, na qual foram definidas cinco classes de densidade básica, quais sejam: Muito Leve, Leve, Média, Pesada e Muito Pesada.

Para a elaboração dessa classificação foi considerada a dispersão dos dados de densidade básica das espécies do estudo. A classificação baseou-se na média geral de DEb (0,62 g.cm<sup>3</sup>) e no desvio padrão dos dados (0,17 g.cm<sup>3</sup>). A

---

<sup>9</sup> WATAI, L.T. Comunicação pessoal, 1991.

média geral de DEb foi o “centro de classe” da classe Média, e a partir deste estabeleceu-se os intervalos de cada classe, os quais foram compreendidos da seguinte maneira: classe Muito Leve  $< -1\frac{1}{2}$  desvio padrão; classe Leve  $-1\frac{1}{2}$  e  $< -\frac{1}{2}$  desvio padrão; classe Média  $-\frac{1}{2}$  e  $\frac{1}{2}$  desvio padrão; classe Pesada  $> \frac{1}{2}$  e  $1\frac{1}{2}$  desvio padrão; e, classe Muito Pesada  $> 1\frac{1}{2}$  desvio padrão.

A Tabela 3 apresenta a classificação utilizada quanto à densidade básica.

Tabela 3. Classificação utilizada quanto à densidade básica (DEb).

CLASSIFICAÇÃO	INTERVALO DE CLASSE (g.cm <sup>-3</sup> )
Muito Leve	DEb $\leq$ 0,36
Leve	0,37 $\leq$ DEb $\leq$ 0,53
Média	0,54 $\leq$ DEb $\leq$ 0,71
Pesada	0,72 $\leq$ DEb $\leq$ 0,88
Muito Pesada	DEb $\geq$ 0,89

### 3.8.2 Agrupamento pelo conjunto das propriedades físicas e mecânicas

O agrupamento pelo conjunto das propriedades físicas e mecânicas das espécies do estudo foi realizado por meio de técnicas de análise multivariada e executado no programa estatístico SAS.

No SAS, foram usadas duas rotinas de programa, a saber: 1) PROC PRINCOMP, que forneceu a análise dos componentes principais (estatísticas simples, coeficientes de correlação e matriz de vetores das variáveis canônicas); e, 2) PROC CLUSTER METHOD=AVERAGE, que forneceu o agrupamento propriamente dito das espécies. Ainda dentro da rotina PROC CLUSTER, usou-se o PROC TREE GRAPHICS, que forneceu o diagrama com a distribuição das espécies e que possibilitou a formação dos grupos das espécies. Quanto ao método de análise, optou-se pelo *average* em razão de que é o método que se mostra como um dos mais indicados para os tipos de dados utilizados, uma vez que é usado quando as médias das variáveis (no caso, as propriedades físicas e mecânicas) são correlacionadas. Um exemplo em contrário, ou seja, de médias não correlacionadas, seria a cor da madeira, em que a média das cores (neste caso, geralmente são codificadas, por exemplo, 1, 2, 3,...) não possui qualquer correlação com outra média, por exemplo,

a variável massa específica (Alves<sup>10</sup>). No método *average*, a distância de dois grupos é a distância média entre pares de observações, e o agrupamento tende a unir grupos com pequenas variâncias (Alves, 2001?).

É importante ressaltar que a formação dos grupos baseou-se exclusivamente nas propriedades físicas e mecânicas das espécies, portanto, os resultados do agrupamento expressam as similaridades somente quanto a isso. Em termos genéricos, pode-se afirmar que grande parte dos usos finais de uma madeira qualquer é definida por outras características e propriedades, além das físicas e mecânicas. No entanto, nas situações onde o essencial na madeira é a massa específica, a estabilidade dimensional e a resistência a esforços mecânicos, os usos finais podem ser definidos pelas propriedades físicas e mecânicas. Por exemplo, em uma estrutura interna da cobertura de um edifício as características como cor, textura, acabamento, durabilidade natural, etc., não são prioritárias, e sim, a massa específica (que tem influencia no dimensionamento da estrutura de sustentação da cobertura) e a resistência das peças de madeira à flexão, compressão, etc. Assim, o agrupamento das madeiras aqui apresentado é matematicamente exato e válido, no entanto, quanto aos usos finais das madeiras possui essa restrição.

O processamento dos dados pela análise multivariada, considerando todas as propriedades físicas e mecânicas do estudo, por meio do programa estatístico SAS, resultou em um diagrama em forma de “copa de árvore invertida” contendo as várias ramificações com a posição de cada uma das espécies do estudo. O diagrama é a representação gráfica das distâncias normalizadas do quadrado médio dos desvios padrões (Normalized Distance RMS - *root mean square standard deviation*) das unidades analisadas (SAS Institute Inc., 1993). Foi através do exame desse diagrama que se definiram os grupos.

Segundo Souza et al. (1990), citando vários autores, cabe ao pesquisador decidir sobre como definir o agrupamento, o que é feito, na maioria das vezes, de forma arbitrária. Geralmente, segundo os mesmos autores, consideram-se como critérios de definição a inspeção visual do diagrama, bem como a quantidade de grupos, de maneira que compatibilize homogeneidade do grupo e tamanho (número de unidades agrupadas).

Com o objetivo de verificar quais as propriedades que tiveram maior importância estatística na análise multivariada para a definição dos grupos,

---

<sup>10</sup> ALVES, M.A. Comunicação pessoal, 2002.

procedeu-se, por meio do programa SAS, a análise discriminante do agrupamento realizado com todas as doze propriedades físicas e mecânicas do estudo. Tal análise é feita após o agrupamento, uma vez que, para o processamento dos dados, cada variável (propriedade) necessita a informação prévia referente ao grupo a que pertence, a qual, nesse caso, atribuiu-se as informações 1, 2, 3, 4 e 5 referentes aos grupos 1, 2, 3, 4 e 5. No SAS, foi utilizada a rotina de programa PROC STEPDISC, que executa a análise do conjunto de dados etapa por etapa, por meio do teste *Wilks Lambda*, o qual é um índice estatístico definido em termos do quadrado das correlações canônicas (*squared canonical correlations*) (SAS Institute Inc., 1993). Cada etapa consiste em identificar e eliminar do conjunto de dados, a variável que obteve o maior poder discriminante, ou seja, o maior valor da correlação canônica. Assim, cada etapa é realizada sem a variável com o maior poder discriminante da etapa anterior. Em cada etapa é fornecido o índice estatístico *Wilks Lambda*, o qual quanto maior for o seu valor, maior será o poder discriminante da variável identificada e eliminada naquela etapa.

Com relação aos grupos formados, procedeu-se uma análise descritiva quanto ao uso final das madeiras de cada grupo. Como ponto de partida dessa análise, procurou-se eleger (em coerência com a observação feita no 1º parágrafo do item 2.5) um número mínimo de espécies consideradas tradicionais, ou seja, que são conhecidas no mercado de madeiras. As espécies eleitas tradicionais forneceram indicativos genéricos dos principais usos das madeiras de cada grupo como um todo. Obviamente, estudos complementares (trabalhabilidade, aspectos decorativos, durabilidade natural, secagem, etc.), no sentido de refinamento de seus usos finais, são necessários às espécies pouco conhecidas.

De maneira geral, não houve critérios rígidos para a definição das espécies tradicionais em cada grupo. As espécies foram definidas a partir de conhecimentos empíricos acerca do mercado de madeiras (amazônico e das regiões Sul e Sudeste brasileiras, principalmente), aliado à condição de possuir nome científico integral (gênero e espécie) encontrado na literatura. Justifica-se esse método devido à dificuldade em se determinar as espécies tradicionais, a começar pelo próprio conceito de até onde uma espécie pode ser considerada tradicional ou não. Outro motivo para a adoção do método, é que as espécies aqui denominadas tradicionais se prestarão unicamente para efeito de indicadores dos usos finais, e também do valor econômico de mercado às espécies pouco conhecidas, além de

que não é objetivo do trabalho. Grande parte das espécies não eleitas tradicionais, são realmente pouco conhecidas ou novas no mercado de madeiras.

Igualmente como foi feito para as 163 espécies das publicações do LPF/IBAMA, foram feitas, agora para as 187 espécies do estudo, as análises das correlações das propriedades, o que possibilitou um confronto entre os dois conjuntos de dados em relação a esse aspecto. Além disso, foram determinados os parâmetros estatísticos simples (média, desvio padrão e coeficiente de variação) da amostra, e também para cada grupo de espécies definido pela análise multivariada.

Outro aspecto observado para os grupos foi sua importância quanto à ocorrência das espécies na área do estudo (12 pequenas propriedades do P.C. Pedro Peixoto) através do parâmetro IND (Índice de Importância da Espécie). A avaliação pelo IND é relacionada com o potencial que as espécies do estudo possuem para o manejo florestal.

### 3.8.3 Agrupamento considerando apenas as principais propriedades físicas e mecânicas para diferentes usos finais

Para os diferentes usos finais a que são indicados uma madeira qualquer, há aquelas propriedades físicas e mecânicas que são mais importantes, as quais baseiam-se, principalmente, nos esforços físicos e mecânicos que a madeira será submetida quando em uso. Segundo o Instituto de Pesquisas Tecnológicas do Estado de São Paulo - IPT (1985), pode-se reduzir o número de ensaios tecnológicos para uma madeira conhecendo-se de antemão o uso a que será destinada.

Assim, por meio da análise multivariada, processada no programa SAS de modo análogo ao agrupamento pelo conjunto das propriedades físicas e mecânicas, realizou-se agrupamentos considerando apenas as principais propriedades físicas e mecânicas para os seguintes usos finais: a) Construção pesada (vigamentos, colunas, etc.); b) Construção leve (peças de cobertura, caibros, etc.); c) Móveis; d) Assoalhos; e, e) Postes e dormentes. As principais propriedades para os usos finais aqui selecionados foram as fornecidas pela British Standard Institution (1957). A Tabela 4 apresenta as principais propriedades para cada uso final da madeira.

Tabela 4. Principais propriedades físicas e mecânicas para diferentes usos finais da madeira.

USO FINAL	PROPRIEDADES					
	FEr	CPpar	DUtr	FDr	CIr	CTV
Construção pesada	X				X	
Construção leve	X					X
Móveis	X	X		X		X
Assoalhos	X		X	X		X
Postes e dormentes	X	X				

Fonte: British Standard Institution (1957).

Onde: FER = módulo de ruptura à flexão estática  
 CPpar = resistência à ruptura à compressão paralela às fibras  
 DUtr = dureza Janka transversal às fibras  
 FDr = resistência à ruptura ao fendilhamento  
 CIr = resistência à ruptura ao cisalhamento  
 CTV = contração volumétrica (contração radial + contração tangencial)

Para cada uso final aqui definido foram realizados agrupamentos específicos, dos quais foram relacionadas as espécies mais aptas, ou seja, os grupos de espécies mais apropriados aos diferentes usos. Tais grupos foram formados pelo mesmo critério utilizado para o agrupamento pelo conjunto das propriedades, ou seja, por meio da inspeção visual do diagrama em forma de “copa de árvore invertida”, fornecido pelo programa SAS. O critério de escolha dos grupos das espécies mais aptas aos usos finais foi o de “robustez”, ou seja, entre os grupos formados pela análise multivariada, foram selecionados aqueles possuidores das espécies com os primeiros e segundos maiores valores das propriedades, denominados Grupo Principal e Grupo Secundário, respectivamente.

No caso da propriedade contração volumétrica (CTV), representada pela soma das contrações tangencial e radial, usou-se o dado referente ao seu valor inverso, uma vez que, dessa maneira, quanto menor for a contração (que é a característica desejável) maior será o valor nominal do dado de contração, computando como mais “robusto” na análise multivariada.

Observa-se que, embora o uso final “postes” seja diferente do uso final “dormentes”, estes usos foram aqui apresentados juntos em razão de que suas principais propriedades são as mesmas.

## 4 RESULTADOS E DISCUSSÃO

### 4.1 Inventário florestal a 100%

São aqui apresentados os resultados em termos gerais quantitativos (parâmetros dendrométricos) às 12 pequenas propriedades da área do estudo, e quanto às espécies ocorrentes nessas áreas.

#### 4.1.1 Parâmetros dendrométricos

A área total inventariada a 100% (206,8 ha distribuídos em 57 compartimentos de manejo, correspondente a 48,0% da área total sob manejo) nas 12 pequenas propriedades do P.C. Peixoto, revelou, para árvores com DAP  $\geq 40,0$  cm (<sup>11</sup>), um número total de árvores (NT) de 3.871; abundância (AB) de 18,7 árvores.ha<sup>-1</sup>; volume total de 22.244,44 m<sup>3</sup>; volume por hectare de 107,56 m<sup>3</sup>; área basal total de 1.461,96 m<sup>2</sup>; e, área basal por hectare de 7,07 m<sup>2</sup>.

Na área inventariada, a condição de aproveitamento da tora foi de: 81,9% (3.171 árvores) com aproveitamento total; 15,3% (592 árvores) com aproveitamento parcial; e, 2,8% (108 árvores) das toras foram qualificadas como sem aproveitamento.

A Tabela 5 apresenta os resultados do inventário florestal a 100% para as 12 pequenas propriedades. Os resultados dendrométricos por espécie, incluindo o Índice de Importância da Espécie (IND), são apresentados no ANEXO A.

Os valores médios por hectare de cada propriedade, excetuando-se a propriedade nº 6 (<sup>12</sup>), foram os seguintes: abundância (AB) de 17,62 árvores.ha<sup>-1</sup>;

---

<sup>11</sup> Ressalta-se que para uma das propriedades (nº 6), na qual foram inventariados todos os 10 compartimentos de manejo, correspondentes a 39,0 ha, ou a 18,9% da área inventariada, o DAP mínimo estabelecido foi de 40,0 cm, e nas outras 11 propriedades, em que foram inventariados um total de 47 compartimentos de manejo, correspondentes a 167,8 ha, ou 81,1% da área inventariada, o DAP mínimo foi de 50,0 cm.

<sup>12</sup> A propriedade nº 6 foi excluída do cálculo das médias em razão do DAP mínimo estabelecido para o inventário florestal a 100% ter sido diferente das demais propriedades (40,0 cm contra 50,0 cm).

volume (V) de 111,88 m<sup>3</sup>; e, área basal (ABs) de 7,28 m<sup>2</sup>. O coeficiente de variação percentual (CV%) desses parâmetros (variando entre 15,8 e 17,0), demonstra uma relativa homogeneidade das áreas. Parte dessa variação, no entanto, pode ser atribuída ao fato de que, em algumas das áreas, houve extração de madeira antes de iniciar o projeto de manejo florestal, o que alterou a ocorrência natural das árvores.

A condição 1 de aproveitamento da tora (aproveitamento total) apresentou um valor médio de 84,49%, denotando um bom estado das toras para fins de processamento industrial. O baixo CV% de 5,5 para esse dado indica homogeneidade das áreas quanto aos defeitos existentes nas suas árvores.

Tabela 5. Distribuição por propriedade do número total de árvores, abundância, volume total, volume por hectare, área basal total, área basal por hectare e condição de aproveitamento da tora das áreas inventariadas.

PROPRIE- DADE	NT	AB (N.ha <sup>-1</sup> )	VT (m <sup>3</sup> )	V (m <sup>3</sup> .ha <sup>-1</sup> )	ABsT (m <sup>2</sup> )	ABs (m <sup>2</sup> .ha <sup>-1</sup> )	COND. DA TORA (%)		
							1	2	3
1	382	21,22	2222,34	123,46	145,87	8,10	81,2	13,6	5,2
2	248	18,79	1602,96	121,44	104,09	7,89	79,0	18,2	2,8
3	350	19,44	2253,24	125,18	146,38	8,13	84,0	11,1	4,9
4	284	15,35	1873,10	101,25	121,40	6,56	76,7	18,7	4,6
5	198	15,00	1038,56	78,68	68,96	5,22	89,4	9,6	1,0
6*	962	24,67	3812,47	97,76	262,69	6,74	74,6	23,4	2,0
7	267	18,54	1591,89	110,55	104,22	7,24	85,4	12,4	2,2
8	162	22,50	1095,83	152,20	70,86	9,84	84,0	15,4	0,6
9	182	16,85	1221,52	113,10	79,04	7,32	81,9	16,5	1,6
10	314	17,44	1924,67	106,93	125,64	6,98	86,6	9,6	3,8
11	259	13,63	1830,29	96,33	117,87	6,20	91,1	8,1	0,8
12	263	15,03	1777,59	101,58	114,95	6,57	90,1	7,6	2,3
TOTAL	3871	18,72	22244,44	107,56	1461,96	7,07	81,9	15,3	2,8
MÉDIA (CV%)* **	264,45 (25,6)	17,62 (15,8)	1675,64 (24,8)	111,88 (17,0)	109,03 (24,8)	7,28 (16,7)	84,49 (5,5)	12,80 (31,0)	2,71 (62,3)

Onde:  
 NT = número total de árvores  
 AB = abundância (árvores.ha<sup>-1</sup>)  
 VT = volume total  
 V = volume por hectare  
 ABsT = área basal total  
 ABs = área basal por hectare  
 CV% = coeficiente de variação percentual

Cond. da tora (%) = condição de aproveitamento da tora (percentual)  
 1 - tora com aproveitamento total  
 2 - tora com aproveitamento parcial  
 3 - tora sem aproveitamento  
 \* = propriedade onde o DAP mínimo do inventário a 100% foi 40,0 cm, nas demais propriedades o DAP mínimo foi 50,0 cm  
 \*\* = média e CV% calculados excluindo-se a propriedade nº 6

#### 4.1.2 Espécies ocorrentes

Na área do estudo inventariada a 100% (206,8 ha), onde se registrou um total de 3.871 árvores, foram reconhecidas (com base no nome usual de campo, fornecido por “mateiros”) 204 espécies, pertencentes a 136 gêneros e a 43 famílias. A Figura 11 mostra a frequência absoluta quanto ao número de espécies, gêneros e famílias.

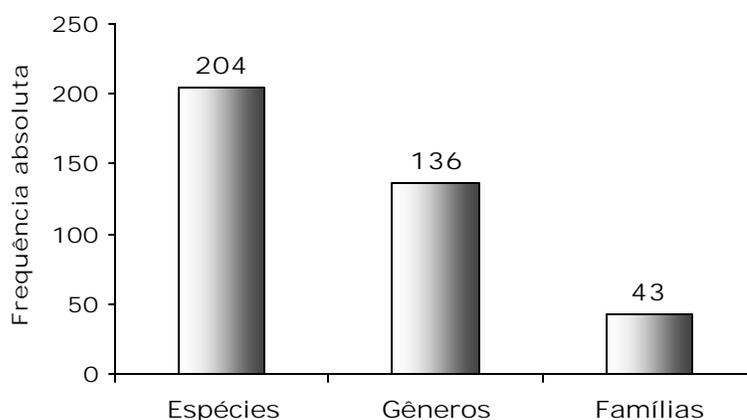


Figura 11 - Número de espécies, gêneros e famílias reconhecidos na área do estudo.

Em número de espécies, as famílias mais importantes foram: *Caesalpinaceae* e *Fabaceae* (14 espécies cada); *Mimosaceae* (8 espécies); *Moraceae* (7 espécies); *Annonaceae* e *Sapotaceae* (6 espécies cada); *Apocynaceae* e *Meliaceae* (5 espécies cada); e, *Bombacaceae*, *Euphorbiaceae*, *Lauraceae*, *Lecythidaceae* e *Rubiaceae* (4 espécies cada). Os gêneros mais importantes foram: *Inga* (6 espécies); *Brosimum* e *Ficus* (5 espécies cada); *Aspidosperma*, *Licania* e *Ocotea* (4 espécies cada); *Cariniana*, *Cecropia*, *Guarea*, *Ormosia*, *Parkia*, *Pourouma*, *Pouteria* e *Trichilia* (3 espécies cada).

Ressalta-se que 101 (2,6%) das 3.871 árvores não tiveram qualquer reconhecimento em campo nos trabalhos do inventário florestal a 100%, sendo consideradas desconhecidas. Conseqüentemente, o número de árvores reconhecidas em campo totaliza 3.770. Essa informação revela que mesmo “mateiros” experientes com grande convivência em áreas de florestas naturais, não são

capazes de identificar 100% da diversidade florestal existente, demonstrando que não é simples a tarefa de identificar árvores, mesmo as de porte elevado.

Das 204 espécies reconhecidas em campo, 130 (63,7%) foram identificadas botanicamente ao nível de espécie (gênero e espécie), 67 (32,9%) somente ao nível de gênero, e, 7 (3,4%) somente pela família (Figura 12). Como já mencionado, a denominação botânica (nome científico) das espécies baseou-se no trabalho de Araujo & Silva (2000), que por sua vez baseou-se em consultas a trabalhos de taxonomia vegetal, coleções de referência (exsicatas) e conhecimento prático de "mateiros" e técnicos do herbário da FUNTAC.

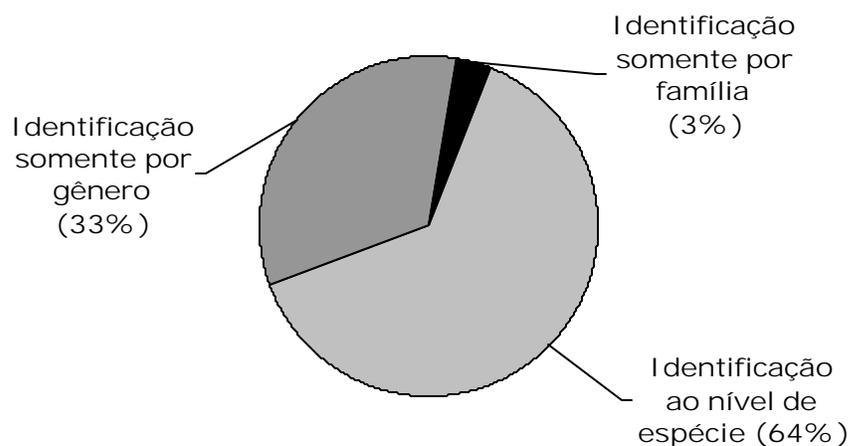


Figura 12 - Distribuição percentual das espécies quanto ao nível de identificação botânica a partir do reconhecimento em campo pelo nome usual.

A Tabela 6 apresenta a relação das 204 espécies reconhecidas em campo ocorrentes na área do estudo, contendo o código da espécie utilizado neste trabalho, nome usual, nome científico (gênero e espécie) e família.

Tabela 6. Relação das espécies reconhecidas em campo na área do estudo.

Nº	CÓD	NOME USUAL	NOME CIENTÍFICO	FAMÍLIA
1	Abi001	Abiu	<i>Pouteria sp.</i>	SAPOTACEAE
2	Abi002	Abiu-bravo	<i>Pouteria sp.</i>	SAPOTACEAE
3	Abi003	Abiurana	<i>Pouteria sp.</i>	SAPOTACEAE
4	Abi004	Abiurana-abiu	<i>Micropholis sp.</i>	SAPOTACEAE
5	Abi005	Abiurana-de-massa	<i>Urbenella sp.</i>	SAPOTACEAE
6	Abi006	Abiurana-folha-cinzenta	<i>Chrysophyllum auratum</i> Miq.	SAPOTACEAE
7	Abi007	Abiurana-preta	<i>Ecclinusa sp.</i>	SAPOTACEAE
8	Abi008	Abiurana-vermelha	<i>Chrysophyllum prieurii</i>	SAPOTACEAE
9	Aca009	Açacu	<i>Hura crepitans</i> L.	EUPHORBIACEAE
10	Aca010	Acariquara	<i>Minquartia guianensis</i> Aubl.	OLACACEAE
11	Ama011	Amapá	<i>Brosimum parinarioides</i> Ducke	MORACEAE
12	Ama012	Amarelão	<i>Aspidosperma vargasii</i> A. DC.	APOCYNACEAE
13	And013	Andiroba	<i>Carapa guianensis</i> Aubl.	MELIACEAE
14	Ang014	Angelca	<i>Drypetes variabilis</i> Vitt.	EUPHORBIACEAE
15	Ang015	Angelca-preta	<i>Cassipourea sp.</i>	RHIZOPHORACEAE
16	Ang016	Angelim	<i>Hymenolobium sp.</i>	FABACEAE
17	Ang017	Angelim-amargoso	<i>Vatairea sp.</i>	FABACEAE
18	Ang018	Angelim-branco	<i>Andira sp.</i>	FABACEAE
19	Ang019	Angelim-da-mata	<i>Hymenolobium excelsum</i> Ducke	FABACEAE
20	Ang020	Angelim-paxiúba	ni	FABACEAE
21	Ang021	Angelim-pedra	ni	FABACEAE
22	Ang022	Angelim-preto	ni	FABACEAE
23	Ang023	Angelim-saião	<i>Parkia pendula</i> Benth. ex Walp.	MIMOSACEAE
24	Ang024	Angico	<i>Parkia sp.</i>	MIMOSACEAE
25	Ang025	Angico-amarelo	<i>Piptadenia suaveolens</i> Miq.	MIMOSACEAE
26	Apu026	Apuí	<i>Ficus sp.</i>	MORACEAE
27	Apu027	Apuí-amarelo	<i>Ficus frondosa</i>	MORACEAE
28	Apu028	Apuí-branco	<i>Ficus dusiaefolia</i> Schett.	MORACEAE
29	Apu029	Apuí-preto	<i>Ficus sp.</i>	MORACEAE
30	Ara030	Araçá	<i>Eugenia sp.</i>	MYRTACEAE
31	Ara031	Arapari	<i>Macrolobium acaciaefolium</i> Benth.	CAESALPINIACEAE
32	Aro032	Aroeira	<i>Astronium lecointei</i> Ducke	ANACARDIACEAE
33	Ata033	Ata	<i>Rollinia exsucca</i> (Dun.) DC.	ANNONACEAE
34	Bac034	Bacuri	<i>Rheedia brasiliensis</i> Mart.	CLUSIACEAE
35	Bac035	Bacuri-de-anta	<i>Platonia insignis</i> Mart.	CLUSIACEAE

Tabela 6. Relação das espécies reconhecidas em campo na área do estudo.

Nº	CÓD	NOME USUAL	NOME CIENTÍFICO	FAMÍLIA
36	Baf036	Bafo-de-boi	ni	CHRYSOBALANACEAE
37	Baj037	Bajão	<i>Cassia sp.</i>	CAESALPINIACEAE
38	Baj038	Bajinha	<i>Stryphnodendron guianensis</i> (Aubl.) Benth.	MIMOSACEAE
39	Bal039	Bálsamo	<i>Myroxylon balsamum</i> Harms.	FABACEAE
40	Bre040	Breu-branco	<i>Protium hebetatum</i> D. Daly	BURSERACEAE
41	Bre041	Breu-manga	<i>Protium tenuifolium</i> (Engl.) Engl.	BURSERACEAE
42	Bre042	Breu-vermelho	<i>Tetragastris altissima</i> (Aubl.) Swart.	BURSERACEAE
43	Bur043	Burra-leiteira	<i>Sapium marmieri</i> Hub.	EUPHORBIACEAE
44	Cab044	Cabelo-de-cutia	<i>Banara nítida</i>	FLACOURTIACEAE
45	Caf045	Café-bravo	<i>Amaioua sp.</i>	RUBIACEAE
46	Caf046	Caferana	<i>Casearia sp.</i>	FLACOURTIACEAE
47	Caf047	Cafezinho	<i>Ampelocera ruizii</i> Kuhlms.	ULMACEAE
48	Caj048	Cajuí	<i>Anacardium giganteum</i> Hancock.	ANACARDIACEAE
49	Caj049	Cajuzinho	<i>Cathedra acuminata</i>	OLACACEAE
50	Cam050	Cambará	<i>Erisma uncinatum</i> Warm.	VOCHYSIACEAE
51	Can051	Canafístula	<i>Schizolobium amazonicum</i> Hub.	CAESALPINIACEAE
52	Cap052	Capitiú	<i>Mollinedia sp.</i>	MONIMIACEAE
53	Car053	Carapanaúba-amarela	<i>Aspidosperma auriculatum</i>	APOCYNACEAE
54	Car054	Carapanaúba-preta	<i>Aspidosperma oblongum</i> A. DC.	APOCYNACEAE
55	Car055	Caripé-branco	<i>Hirtella sp.</i>	CHRYSOBALANACEAE
56	Car056	Caripé-roxo	<i>Licania arbórea</i>	CHRYSOBALANACEAE
57	Car057	Caripé-vermelho	<i>Licania apetala</i> Fritsch.	CHRYSOBALANACEAE
58	Cas058	Castanheira	<i>Bertholletia excelsa</i> H. B. K.	LECYTHIDACEAE
59	Cat059	Catuaba	<i>Qualea tesmannii</i> Milldbr.	VOCHYSIACEAE
60	Cat060	Catuaba-roxa	<i>Qualea grandiflora</i>	VOCHYSIACEAE
61	Cau061	Caucho	<i>Castilla ulei</i> Warburg .	MORACEAE
62	Ced062	Cedrinho	<i>Vochysia sp.</i>	VOCHYSIACEAE
63	Ced063	Cedro	<i>Cedrela odorata</i> L.	MELIACEAE
64	Ced064	Cedro-branco	<i>Cedrela fissilis</i> Ducke	MELIACEAE
65	Cer065	Cerejeira	<i>Torresea acreana</i> Ducke	FABACEAE
66	Cer066	Cernambi-de-índio	<i>Drypetes sp.</i>	EUPHORBIACEAE
67	Coa067	Coaçu	<i>Coccoloba paniculata</i> Meissn.	POLYGONACEAE
68	Cop068	Copaíba	<i>Copaifera multijuga</i> Hayne	CAESALPINIACEAE
69	Cop069	Copaíba-branca	<i>Copaifera sp.</i>	CAESALPINIACEAE
70	Cop070	Copinho	<i>Lafoensia sp.</i>	LYTHRACEAE

Tabela 6. Relação das espécies reconhecidas em campo na área do estudo.

Nº	CÓD	NOME USUAL	NOME CIENTÍFICO	FAMÍLIA
71	Cor071	Corrimboque	<i>Cariniana sp.</i>	LECYTHIDACEAE
72	Cor072	Corrimboque-duro	<i>Cariniana domestica</i> Mart.	LECYTHIDACEAE
73	Cum073	Cumarú-cetim	<i>Apuleia molaris</i> Spruce ex Benth.	CAESALPINIACEAE
74	Cum074	Cumarú-ferro	<i>Dipteryx odorata</i> (Aubl.) Willd	FABACEAE
75	Cum075	Cumarurana	<i>Dipteryx polyphylla</i> (Huber) Ducke	FABACEAE
76	Cup076	Cupuaçu-bravo	<i>Theobroma obovatum</i>	STERCULIACEAE
77	Emb077	Embiratanha	<i>Pseudobombax coriacea</i>	BOMBACACEAE
78	Env078	Envira-amarela	<i>Duguetia sp.</i>	ANNONACEAE
79	Env079	Envira-cajú	<i>Onychopetalum lucidum</i> R. E. Fries	ANNONACEAE
80	Env080	Envira-conduru	<i>Duguetia macrophylla</i>	ANNONACEAE
81	Env081	Envira-piaca	ni	FABACEAE
82	Env082	Envira-preta	<i>Ephedranthus guianensis</i>	ANNONACEAE
83	Env083	Envira-sangue	<i>Diploptropis sp.</i>	FABACEAE
84	Env084	Envira-vassourinha	<i>Xylopia sp.</i>	ANNONACEAE
85	Esp085	Espinheiro-preto	<i>Acacia pollyphylla</i> A. DC.	MIMOSACEAE
86	Far086	Farinha-sêca	<i>Celtis sp.</i>	ULMACEAE
87	Fav087	Fava-amarela	<i>Albizia sp.</i>	MIMOSACEAE
88	Fav088	Fava-bolacha	<i>Parkia sp.</i>	MIMOSACEAE
89	Fav089	Fava-orelinha	<i>Enterolobium schomburgkii</i> Benth.	MIMOSACEAE
90	Fei090	Feijão-bravo	<i>Ormosia sp.</i>	FABACEAE
91	Fei091	Feijãozinho	<i>Clitoria sp.</i>	FABACEAE
92	Gam092	Gameleira	<i>Ficus sp.</i>	MORACEAE
93	Gog093	Gogó-de-guariba	<i>Leonia glyxicarpa</i>	VIOLACEAE
94	Gra094	Grão-de-galo	<i>Tabernaemontana heptanphyllum</i>	APOCYNACEAE
95	Gua095	Guaribeiro	<i>Phyllocarpus riedellii</i> Tul.	CAESALPINIACEAE
96	Gua096	Guariúba	<i>Clarisia racemosa</i> Ruiz et Pav.	MORACEAE
97	Imb097	Imbaúba	<i>Cecropia sp.</i>	CECROPIACEAE
98	Imb098	Imbaúba-branca	<i>Cecropia leucoma</i>	CECROPIACEAE
99	Imb099	Imbaúba-gigante	<i>Cecropia sciadophylla</i>	CECROPIACEAE
100	Imb100	Imbirindiba-amarela	<i>Terminalia sp.</i>	COMBRETACEAE
101	Ing101	Ingá	<i>Inga sp.</i>	MIMOSACEAE
102	Ing102	Ingá-de-várzea	<i>Inga sp.</i>	MIMOSACEAE
103	Ing103	Ingá-ferro	<i>Inga sp.</i>	MIMOSACEAE
104	Ing104	Ingá-mirim	<i>Inga sp.</i>	MIMOSACEAE
105	Ing105	Ingá-preta	<i>Inga sp.</i>	MIMOSACEAE

Tabela 6. Relação das espécies reconhecidas em campo na área do estudo.

Nº	CÓD	NOME USUAL	NOME CIENTÍFICO	FAMÍLIA
106	Ing106	Ingá-verde	<i>Pithecellobium sp.</i>	MIMOSACEAE
107	Ing107	Ingá-vermelha	<i>Inga thibaudina</i> DC.	MIMOSACEAE
108	Inh108	Inharé	<i>Brosimum alicastrum</i> Swartz.	MORACEAE
109	Inh109	Inharé-amarelo	<i>Brosimum sp.</i>	MORACEAE
110	Ipe110	Ipê-amarelo	<i>Tabebuia serratifolia</i> (Vahl.) Nichols.	BIGNONIACEAE
111	Ita111	Itaúba	<i>Mezilaurus itauba</i> (Meissn.) Taub.	LAURACEAE
112	Ita112	Itaúba-preta	<i>Siparuna sp.</i>	MONIMIACEAE
113	Ita113	Itaubarana	<i>Heisteria ovata</i>	OLACACEAE
114	Jac114	Jacarandá	<i>Dalbergia amazonicum</i>	FABACEAE
115	Jar115	Jaracatiá	<i>Jaracatia spinosa</i> Aubl.	CARICACEAE
116	Jat116	Jatobá	<i>Hymenaea courbaril</i> L.	CAESALPINIACEAE
117	Jen117	Jenipapo	<i>Genipa americana</i> L.	RUBIACEAE
118	Jeq118	Jequitibá	<i>Cariniana sp.</i>	LECYTHIDACEAE
119	Jit119	Jitó-branco	<i>Guarea sp.</i>	MELIACEAE
120	Jit120	Jitó-da-terra-firme	<i>Guarea pterorachis</i> Harms.	MELIACEAE
121	Jit121	Jitó-preto	<i>Guarea kunthiana</i> A. Juss.	MELIACEAE
122	Joa122	João-mole	<i>Neea sp.</i>	NYCTAGINACEAE
123	Jut123	Jutaí	<i>Hymenaea oblongifolia</i> Hub.	CAESALPINIACEAE
124	Lar124	Laranjinha	<i>Casearia gossypiospermum</i>	FLACOURTIACEAE
125	Lim125	Limãozinho	<i>Zanthoxylum rhoifolium</i> Lam.	RUTACEAE
126	Lou126	Louro	<i>Ocotea sp.</i>	LAURACEAE
127	Lou127	Louro -abacate	<i>Ocotea miriantha</i>	LAURACEAE
128	Lou128	Louro -amarelo	<i>Nectandra sp.</i>	LAURACEAE
129	Lou129	Louro -aritu	<i>Licaria aritu</i> Ducke	LAURACEAE
130	Lou130	Louro -bosta	<i>Ocotea sp.</i>	LAURACEAE
131	Lou131	Louro -chumbo	<i>Licaria sp.</i>	LAURACEAE
132	Lou132	Louro -preto	<i>Ocotea neesiana</i> (Miq.) Kosterm.	LAURACEAE
133	Mac133	Maçaranduba	<i>Manilkara surinamensis</i> (Miq.) Dub.	SAPOTACEAE
134	Mac134	Macucu-chiador	<i>Licania sp.</i>	CHRYSOBALANACEAE
135	Mac135	Macucu-sangue	<i>Licania latifolia</i> Benth.	CHRYSOBALANACEAE
136	Mal136	Malva-branca	<i>Heliocarpus sp.</i>	TILIACEAE
137	Mal137	Malva-pente-de-macaco	<i>Apeiba timbourbou</i>	TILIACEAE
138	Man138	Manga-de-anta	<i>Diclinanona sp.</i>	ANNONACEAE
139	Man139	Manitê	<i>Brosimum uleanum</i>	MORACEAE
140	Mar140	Maraximbé-vermelho	<i>Trichilia pallida</i> Sw.	MELIACEAE

Tabela 6. Relação das espécies reconhecidas em campo na área do estudo.

Nº	CÓD	NOME USUAL	NOME CIENTÍFICO	FAMÍLIA
141	Mar141	Marfim-fedorento	<i>Rauwolfia sp.</i>	APOCYNACEAE
142	Mar142	Marupá	<i>Jacaranda copaia</i> (Aubl.) D. Don.	BIGNONIACEAE
143	Mat143	Matamatá	<i>Eschweilera odora</i> (Poepp.) Miers.	LECYTHIDACEAE
144	Mog144	Mogno	<i>Swietenia macrophylla</i> King.	MELIACEAE
145	Mor145	Morototó	<i>Didymopanax morototoni</i> Dcne et Planch.	ARALIACEAE
146	Mui146	Muirapiranga	<i>Ormosia sp.</i>	FABACEAE
147	Mui147	Muiraximbé-branco	<i>Trichilia sp.</i>	MELIACEAE
148	Mul148	Mulungu	<i>Erythrina glauca</i>	FABACEAE
149	Mul149	Mulungu-duro	<i>Ormosia sp.</i>	FABACEAE
150	Mur150	Murici	<i>Trichilia sp.</i>	MELIACEAE
151	Mur151	Mururé	<i>Brosimum acutifolium</i> Hub.	MORACEAE
152	Mut152	Mutamba	<i>Guazuma sp.</i>	STERCULIACEAE
153	Pac153	Pacote	<i>Cochlospermum orinocense</i>	COCHLOSPERMACEAE
154	Pam154	Pama-amarela	<i>Pseudolmedia murure</i> Standl.	MORACEAE
155	Pam155	Pama-caucho	<i>Perebea mollis</i> (P. G.) Hub.	MORACEAE
156	Pam156	Pama-preta	<i>Pseudolmedia laevis</i>	MORACEAE
157	Pau157	Pau-brasil	<i>Sickingia tinctoria</i> (H. B. K. ) K. Sch.	RUBIACEAE
158	Pau158	Pau-conserva	<i>Roupala montana</i> Aubl.	PROTEACEAE
159	Pau159	Pau-d'arco-branco	<i>Sparattosperma leucanthum</i> K. Schu.	BIGNONIACEAE
160	Pau160	Pau-de-lista	ni	MELIACEAE
161	Pau161	Pau-marfim	<i>Agonandra brasiliensis</i> Benth. & Hook.	OPILIACEAE
162	Pau162	Pau-sangue	<i>Pterocarpus rohrii</i> Vahl.	FABACEAE
163	Pau163	Pau-sangue-casca -grossa	<i>Platycyamus ulei</i> Harms.	FABACEAE
164	Pen164	Pente -de-macaco	<i>Apeiba echinata</i> Gaertn.	TILIACEAE
165	Per165	Pereiro	<i>Aspidosperma macrocarpon</i> Mart.	APOCYNACEAE
166	Pin166	Pintadinho	<i>Poeppigia procera</i> Presl.	CAESALPINIACEAE
167	Piq167	Piqui	<i>Caryocar villosum</i> (Aubl.) Pers.	CARYOCARACEAE
168	Piq168	Piquiarana	<i>Caryocar glabrum</i> (Aubl.) Pers. <i>Subsp glabrum</i>	CARYOCARACEAE
169	Pit169	Pitaíca	<i>Swartzia platygyne</i> Ducke	CAESALPINIACEAE
170	Por170	Pororoca	<i>Martiodendron elatum</i>	CAESALPINIACEAE
171	Qua171	Quaruba	<i>Erisma sp.</i>	VOCHYSIACEAE
172	Qui172	Quina-quina-amarela	<i>Geissospermum reticulatum</i>	APOCYNACEAE
173	Rox173	Roxinho	<i>Peltogyne sp.</i>	CAESALPINIACEAE
174	Sam174	Samaúma	<i>Ceiba pentandra</i> (L.) Gaertn.	BOMBACACEAE
175	Sam175	Samaúma-barriguda	<i>Chorisia speciosa</i> St. Hill.	BOMBACACEAE

Tabela 6. Relação das espécies reconhecidas em campo na área do estudo.

N°	CÓD	NOME USUAL	NOME CIENTÍFICO	FAMÍLIA
176	Sam176	Samaúma -preta	<i>Ceiba samauma</i>	BOMBACACEAE
177	Sap177	Sapota	<i>Matisia cf. cordata</i> Humb. & Bonpl.	BOMBACACEAE
178	Ser178	Seringarana	<i>Sapium sp.</i>	EUPHORBIACEAE
179	Ser179	Seringueira	<i>Hevea brasiliensis</i> Muell. Arg.	EUPHORBIACEAE
180	Sor180	Sorva	<i>Couma macrocarpa</i> Barb. Rodr.	APOCYNACEAE
181	Suc181	Sucupira -amarela	<i>Vatairea sericea</i> Ducke	FABACEAE
182	Suc182	Sucupira -branca	ni	FABACEAE
183	Suc183	Sucupira -preta	<i>Diploptropis purpurea</i> (Rich.) Amsh.	FABACEAE
184	Tab184	Taboarana	<i>Alseis sp.</i>	RUBIACEAE
185	Tam185	Tamarina	<i>Dialium guianense</i> (Aubl.) Sandw .	CAESALPINIACEAE
186	Tap186	Taperebá	<i>Spondias mombin</i> L.	ANACARDIACEAE
187	Tat187	Tatajuba	<i>Maclura tinctoria</i> (L.) D.Dom ex Steud.	MORACEAE
188	Tau188	Tauari	<i>Couratari macrosperma</i>	LECYTHIDACEAE
189	Tax189	Taxi-branco	<i>Sclerolobium paniculatum</i> Vogel	CAESALPINIACEAE
190	Tax190	Taxi-preto	<i>Tachigalia paniculata</i> Aubl.	CAESALPINIACEAE
191	Tax191	Taxi-vermelho	<i>Sclerolobium sp.</i>	CAESALPINIACEAE
192	Tax192	Taxirana	<i>Matayba arborescens</i> (Aubl.) Radlk.	SAPINDACEAE
193	Tim193	Timbaúba	<i>Enterolobium maximum</i> Ducke	MIMOSACEAE
194	Tor194	Torém	<i>Pourouma sp.</i>	CECROPIACEAE
195	Tor195	Torém-de-lixá	<i>Pourouma aspence</i>	CECROPIACEAE
196	Tor196	Torém-imbaúba	<i>Pourouma sp.</i>	CECROPIACEAE
197	Ucu197	Ucuuba -branca	<i>Osteophloeum platyspermum</i> (A. DC.) Mart.	MYRISTICACEAE
198	Ucu198	Ucuuba -preta	<i>Virola multiflora</i>	MYRISTICACEAE
199	Ucu199	Ucuuba -punã	<i>Iryanthera juruensis</i> Warb.	MYRISTICACEAE
200	Vel200	Vela -branca	<i>Allophylus floribundus</i> (P. & E.) Radlk	SAPINDACEAE
201	Vio201	Violeta	<i>Platymiscium duckei</i> Hub.	FABACEAE
202	Xix202	Xixá	<i>Sterculia pruriens</i> (Aubl.) K. Schum.	STERCULIACEAE
203	Xix203	Xixá-casca -dura	<i>Sterculia elata</i>	STERCULIACEAE
204	Xix204	Xixuá	<i>Maytenus sp.</i>	CELASTRACEAE

Onde: N° = número seqüencial  
CÓD = código da espécie utilizado neste trabalho  
ni = não identificado

#### 4.1.3 Índice de Importância das Espécies (IND's)

De acordo com o Índice de Importância da Espécie (IND), o qual é calculado pela expressão (2), em meio aos destaques das espécies ocorrentes na área do estudo estão a Castanheira (Cas058), o Tauari (Tau188), o Cumaru-cetim (Cum073), a Seringueira (Ser179), o Cumaru-ferro (Cum074) e o Breu-vermelho (Bre042). Para o total das 204 espécies, verificou-se que 20 delas, ou 9,8%, respondem por quase 60% do IND total (soma dos IND's das espécies), o que revela um desequilíbrio quanto aos seus parâmetros dendrométricos, ou seja, em relação ao total, poucas espécies concentram a maior parte das árvores, e conseqüentemente, a maior parte do volume e área basal (Figura 13).

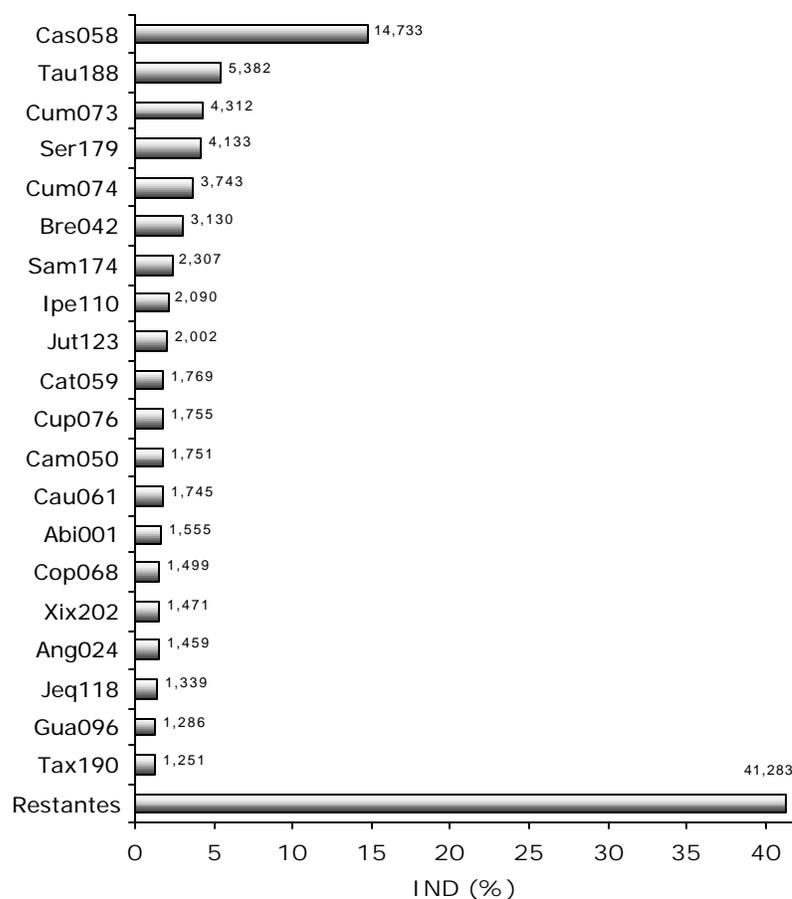


Figura 13 - Principais espécies ocorrentes na área do estudo de acordo com o Índice de Importância da Espécie (IND).

Por esse critério (IND), aliado à importância da amêndoa (castanha) na alimentação, como fonte de renda, fixação do homem no campo, etc., a Castanheira é, de longe, a espécie mais importante ocorrente na área do estudo. Vale lembrar que a Castanheira (Cas058) e a Seringueira (Ser179) são espécies protegidas por lei, não podendo, portanto, serem manejadas para fins madeireiros.

No caso do Breu-vermelho (Bre042), esta é, em termos de número total de árvores (177), a terceira espécie mais importante na área do estudo, no entanto, seu menor porte físico (conseqüentemente, menores diâmetros, volumes e área basal), em relação às demais espécies, a colocam em sexto lugar. O Tauari (Tau188), que é relativamente pouco conhecido comercialmente, mostra-se como uma espécie extremamente promissora, pois é muito importante pelo critério do IND, como também por suas apreciáveis propriedades tecnológicas.

#### 4.2 Espécies efetivas para o estudo de agrupamentos

Como já mencionado, as espécies a fazerem parte efetivamente do estudo de agrupamentos pelas propriedades tecnológicas físicas e mecânicas são aquelas ocorrentes nas áreas inventariadas a 100% das 12 pequenas propriedades, identificadas botanicamente no mínimo ao nível de gênero e, evidentemente, aquelas encontradas na literatura, também no mínimo ao nível de gênero. Desse modo, as espécies identificadas somente ao nível de família (sem nome científico) e as que não foram localizadas nas consultas bibliográficas, não puderam fazer parte do estudo referente aos agrupamentos.

Das 204 espécies reconhecidas em campo nas áreas inventariadas, 17 (8,3%) ficaram excluídas do estudo de agrupamentos, sendo 7 (3,4%) as identificadas somente ao nível de família, e 10 (4,9%) as não encontradas na literatura. Assim, as espécies efetivamente a fazerem parte do estudo de agrupamentos totalizam 187.

As espécies identificadas unicamente pela família foram: Angelimpaxiúba (Ang020), Angelim-pedra (Ang021), Angelim-preto (Ang022), Bafo-de-boi (Baf036), Envira-piaca (Env081), Pau-de-lista (Pau160) e Sucupira-branca (Suc182). As espécies não encontradas na literatura foram: Abiurana-de-massa (Abi005 - *Urbanella* sp.), Angelca-preta (Ang015 - *Cassipourea* sp.), Cafezinho (Caf047 - *Ampelocera ruizii* Kuhl.), Cajuzinho (Caj049 - *Cathedra acuminata*),

Capitiú (Cap052 - *Mollinedia* sp.), Envira-preta (Env082 - *Ephedranthus guianensis*), Gogó-de-guariba (Gog093 - *Leonia glyxicarpa*), Guaribeiro (Gua095 - *Phyllocarpus riedellii* Tul.), Itaubarana (Ita113 - *Heisteria ovata*) e Pororoça (Por170 - *Martiodendron elatum*).

#### 4.3 Levantamento bibliográfico das propriedades físicas e mecânicas das espécies do estudo

Como já mencionado, a busca das informações sobre as propriedades físicas e mecânicas das espécies na literatura foi a partir dos seus nomes científicos. Para algumas espécies foram consideradas as propriedades tecnológicas por semelhança de gênero, visto que não foram encontradas integralmente pelo gênero e pela espécie na literatura.

Para as 187 espécies efetivamente componentes do estudo de agrupamentos, 113 (60,4%) foram localizadas na literatura por coincidência somente de gênero e 74 espécies (39,6%), foram localizadas integralmente por gênero e espécie. Esses dados demonstram que há uma grande lacuna em pesquisas sobre as propriedades tecnológicas de espécies madeireiras amazônicas. A Figura 14 mostra, para o total das espécies ocorrentes na área do estudo, a frequência quanto ao tipo de identificação na bibliografia consultada.

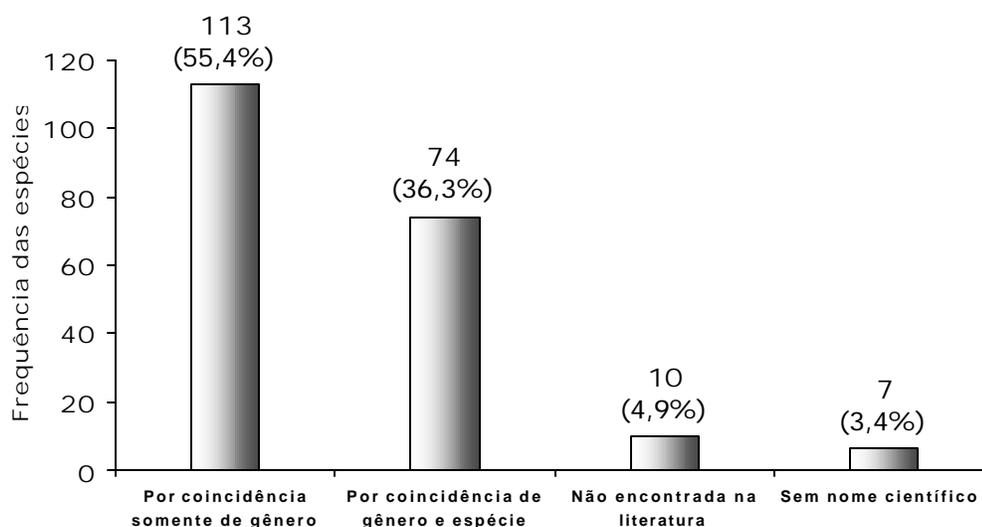


Figura 14 - Distribuição da frequência das espécies de acordo com a identificação do nome científico na bibliografia consultada.

Vale dizer que muitas espécies, tanto nesse trabalho como também as constantes na literatura, aparecem identificadas somente pelo gênero. Nesse trabalho as espécies nessa condição totalizaram 67, ou 32,8% do total das 204 espécies ocorrentes na área do estudo. Em relação às efetivas (187 espécies) foram 64 espécies, ou 34,2%, as espécies identificadas somente pelo gênero.

As espécies identificadas integralmente (gênero e espécie) nesse trabalho, e que foram consideradas as propriedades físicas e mecânicas por semelhança de gênero, totalizaram 49, ou 26,2% em relação às efetivas, significando cerca da quarta parte do total.

O levantamento bibliográfico fundamentou-se na consulta de 32 publicações procedentes de várias instituições de pesquisa, tanto nacionais como internacionais (a relação das publicações consta no ANEXO C). As principais fontes institucionais de consulta foram o LPF/IBAMA, o IPT, o INPA e a SUDAM. A Tabela 7 exhibe as fontes institucionais ordenadas de acordo com o número de espécies do estudo encontradas em suas respectivas publicações.

Tabela 7. Distribuição das principais fontes institucionais de consulta de acordo com o número de espécies do estudo encontradas.

FONTES INSTITUCIONAIS DE CONSULTA	Nº DE ESPÉCIES ENCONTRADAS	%
- LPF/IBAMA	96	51,3
- INPA	22	11,8
- SUDAM	15	8,0
- IPT	14	7,5
- Shimame University	9	4,8
- OIMT/CTFT	6	3,2
- Outros (CNPQ/EMBRAPA, Universidad de Costa Rica, EESC-USP/LAMEM, REDE FERROVIÁRIA FEDERAL e autores independentes*)	25	13,4
<b>TOTAL</b>	<b>187</b>	<b>100,0</b>

Onde: \* Jankowsky, I.P. (1990); Lorenzi, H. (1992 e 1998); Rizzini, C.T. (1971); Santos, E. (1987); e, Tavares, S. (1959).

Convém observar que esses números não refletem necessariamente as "dimensões" do acervo de informações de cada instituição, e sim, demonstram a

importância que tiveram especificamente para esse trabalho. O LPF/IBAMA se sobressaiu das demais instituições devido ao fato de que, nas suas publicações, os dados são apresentados na condição de umidade de 12%, a qual foi adotada nesse trabalho.

São apresentadas no ANEXO B as propriedades físicas e mecânicas (incluindo as estimativas feitas pelas equações de regressão) das 187 espécies efetivamente componentes do estudo de agrupamentos. Tal anexo também contém, para cada espécie, a fonte de obtenção dos dados, além do nível de reconhecimento (nome científico) na literatura, ou seja, por coincidência de gênero e de espécie ou por coincidência somente de gênero.

#### 4.4 Relações entre as propriedades físicas e mecânicas

A seguir são descritos os resultados dos cálculos das relações existentes entre as propriedades físicas e mecânicas deste trabalho, ou seja, correlações e equações de regressão para estimativas de dados,

##### 4.4.1 Correlações

###### 4.4.1.1 Tamanho, origem e estatísticas da amostra

Os cálculos dos coeficientes de correlação das 12 propriedades físicas e mecânicas do estudo basearam-se na amostra de dados de 163 espécies obtidos de quatro publicações do LPF/IBAMA.

Os parâmetros estatísticos simples desses dados são mostrados a seguir na Tabela 8.

Em razão de que alguns dados das propriedades estão ausentes nas fontes de consulta, houve variação quanto ao número de pares de dados para o cálculo dos coeficientes de correlação. O número de pares de dados variou de um mínimo de 113 a um máximo de 161, o que é mostrado na Tabela 9.

Tabela 8. Parâmetros estatísticos simples da amostra utilizada para análise das correlações entre as propriedades físicas e mecânicas.

PROP.	N	MÉDIA	DESVIO PADRÃO	CV %	VALOR MÍNIMO	VALOR MÁXIMO
DEb	161	0,6342	0,1541	24,3	0,29	1,01
CTt	140	8,7764	1,5749	17,9	4,50	12,60
CTr	140	4,9214	1,0996	22,3	2,40	8,20
FEr	158	120,248	36,9496	30,7	29,32	222,51
FEe	159	13318,00	2808,940	21,1	4413	18927
CPpar	159	63,6707	17,6320	27,7	23,73	100,13
CPpel	154	10,5622	4,9992	47,3	1,86	26,97
DUpa	158	8773,835	3958,376	45,1	2079	17603
DUtr	157	7730,147	4048,955	52,4	1196	17936
TRper	154	4,1003	1,0922	26,6	1,86	7,65
FDr	115	5,7073	1,3319	23,3	2,94	8,83
Clr	157	13,1016	4,2403	32,4	3,73	23,14

Onde: N = número de dados  
CV% = coeficiente de variação percentual

Tabela 9. Matriz do número de pares de dados para o cálculo dos coeficientes de correlação entre as propriedades físicas e mecânicas.

PROP.	DEb	CTt	CTr	FEr	FEe	CPpar	CPpel	DUpa	DUtr	TRper	FDr	Clr
DEb	161	138	138	158	159	159	154	158	157	154	115	157
CTt	138	140	140	135	136	136	133	135	134	131	115	134
CTr	138	140	140	135	136	136	133	135	134	131	115	134
FEr	158	135	135	158	158	158	153	157	156	153	114	156
FEe	159	136	136	158	159	159	154	158	157	154	115	157
CPpar	159	136	136	158	159	159	154	158	157	154	115	157
CPpel	154	133	133	153	154	154	154	153	152	150	114	152
DUpa	158	135	135	157	158	158	153	158	156	153	114	156
DUtr	157	134	134	156	157	157	152	156	157	152	113	155
TRper	154	131	131	153	154	154	150	153	152	154	113	153
FDr	115	115	115	114	115	115	114	114	113	113	115	114
Clr	157	134	134	156	157	157	152	156	155	153	114	157

Onde: PROP. = propriedades físicas e mecânicas do estudo

#### 4.4.1.2 Análise das correlações

Em geral, houve expressiva correlação entre as propriedades. O máximo valor do coeficiente de correlação ( $C_{CORR}$ ) encontrado foi de 0,970, para DU<sub>pa</sub> vs. DU<sub>tr</sub>, o que mostra uma correlação bastante elevada, e o mínimo valor foi de 0,073, para CTr vs. TR<sub>per</sub>, mostrando quase inexistência de correlação. Em termos de propriedades físicas *versus* mecânicas, o maior valor encontrado foi 0,942, para DE<sub>b</sub> vs. CP<sub>par</sub>, e o menor foi o mencionado para CTr vs. TR<sub>per</sub>.

Em seqüência são apresentadas as representações gráficas (Figuras 15 a 26) dos coeficientes de correlação ( $C_{CORR}$ ) de cada uma das 12 propriedades físicas e mecânicas utilizadas no estudo com as demais.

A Figura 27 representa os valores dos coeficientes de correlação médios ( $C_{CORR}$  médios) de cada propriedade (os quais foram calculados pela expressão (16)), fornecendo uma visualização resumida e clara dessas relações em termos totais.

As três propriedades com os maiores  $C_{CORR}$  médios foram DE<sub>b</sub>, CP<sub>par</sub> e DU<sub>tr</sub>, sendo que CP<sub>par</sub> apresentou o máximo valor (0,761), e as três com os menores índices foram CT<sub>t</sub>, CTr, e TR<sub>per</sub>, sendo que CT<sub>t</sub> apresentou o mínimo valor (0,378). As propriedades FE<sub>r</sub>, FE<sub>e</sub>, DU<sub>pa</sub> e Cl<sub>r</sub> apresentaram substanciais  $C_{CORR}$  médios, todos acima de 0,7. Já as propriedades CP<sub>pel</sub> e FD<sub>r</sub> mostraram índices com valores moderados, sendo 0,687 para a primeira e 0,554 para segunda propriedade.

O resultado do  $C_{CORR}$  médio de DE<sub>b</sub> (0,751), comprova, conforme é verificado na literatura, que a massa específica da madeira, tem estreitas relações com as outras propriedades, principalmente as mecânicas, e, desta forma, é uma das mais importantes.

Os  $C_{CORR}$  médios das propriedades CT<sub>t</sub> (0,378), CTr (0,388), TR<sub>per</sub> (0,456) e FD<sub>r</sub> (0,554), especialmente os dois primeiros, mostraram-se os mais baixos entre todos, o que indica cautelas no uso dessas propriedades para caracterizar ou inferir valores a outras propriedades físicas e mecânicas da madeira.

Entretanto, observa-se que, embora os  $C_{CORR}$  médios das propriedades de contração (CT<sub>t</sub> e CTr) tenham se mostrado fracos, a correlação entre essas é significativa, pois os resultados revelaram para CT<sub>t</sub> vs. CTr um  $C_{CORR}$  de 0,639, sendo o mais alto entre as propriedades de contração e as outras.

Os baixos  $C_{CORR}$  médios das propriedades de contração (CTt e CTr) encontrados nesse estudo são corroborados por outras pesquisas. Chimelo (1980), citado por Rocha (1994), estudando 32 espécies da estação experimental de Curuá-Una (PA), através de regressão simples, obteve coeficientes de determinação ( $R^2$ ) variando de 0,02 a 0,09 nas relações entre CTt e CTr com DEb, contra  $R^2$  variando de 0,63 a 0,78 nas relações entre propriedades mecânicas (FEr, FEe, CPpel e Clr) com DEb. Rocha (1994), estudando 150 espécies ocorrentes em localidades de três estados amazônicos (Amapá, Amazonas e Pará), através de regressão simples, obteve  $R^2$  de 0,08 para DEb vs. CTt e de 0,22 para DEb vs. CTr, enquanto que os  $R^2$  de DEb com propriedades mecânicas (FEr, FEe, CPpel e Clr), tanto na condição verde como no t.u. de 12%, variaram entre 0,58 a 0,77. Desse modo, os baixos valores do  $R^2$  encontrados por Chimelo (1980) e Rocha (1994) demonstram que as relações entre as propriedades físicas de contração com as demais propriedades são de fato pouco vigorosas.

Considera-se que as argumentações e justificativas técnicas que explicam na totalidade as correlações entre as propriedades físicas e mecânicas são muito complexas, não cabendo aqui fazê-las, pois seriam necessários estudos à parte. Segundo vários autores (Kollmann & Côté, 1968; Panshin & Zeeuw, 1970; FPL, 1974; Richter & Burger, 1978; Jankowsky, 1979; Siau, 1984; Rocha et al. 1988; Garcia & Quirino, 1993), as propriedades das madeiras são influenciadas e, por conseqüência, correlacionadas, por inúmeros aspectos, entre esses citam-se: estrutura anatômica (organização, orientação e dimensões dos elementos constituintes), composição química da parede celular (proporções de celulose, hemiceluloses e lignina), presença de substâncias extrativas, influência do teor de umidade, posição da amostra no tronco da árvore, direção das fibras (longitudinal e transversal) onde são aplicadas as forças de ensaio, etc.

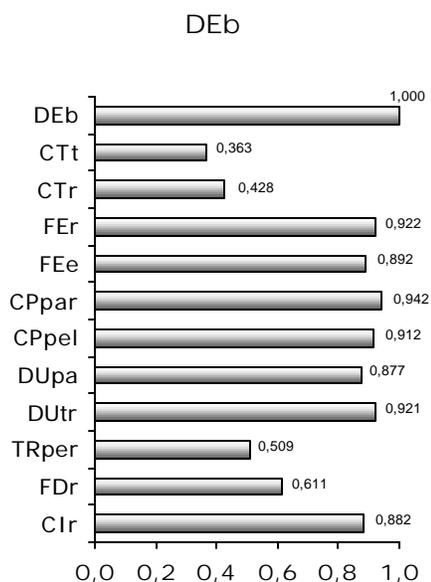


Figura 15 - Coeficientes de correlação da densidade básica (DEb) com as demais propriedades.

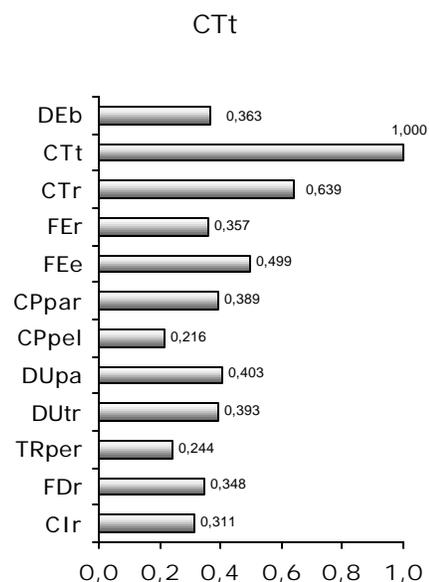


Figura 16 - Coeficientes de correlação da contração tangencial (CTt) com as demais propriedades.

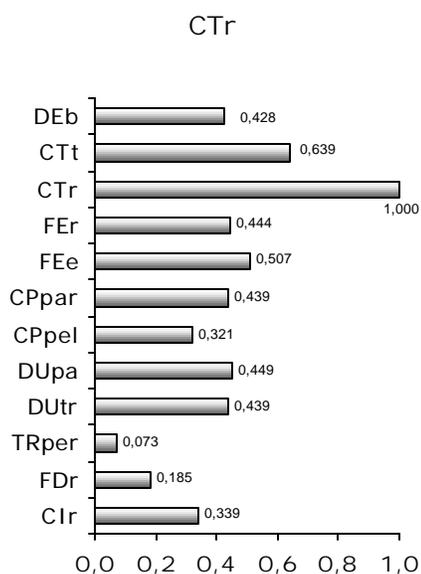


Figura 17 - Coeficientes de correlação da contração radial (CTr) com as demais propriedades.

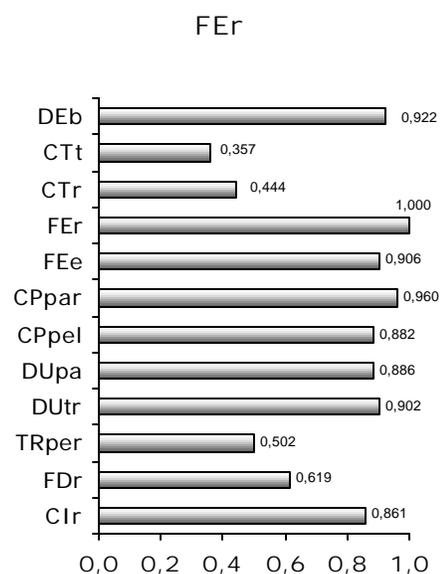


Figura 18 - Coeficientes de correlação do módulo de ruptura à flexão estática (FEr) com as demais propriedades.

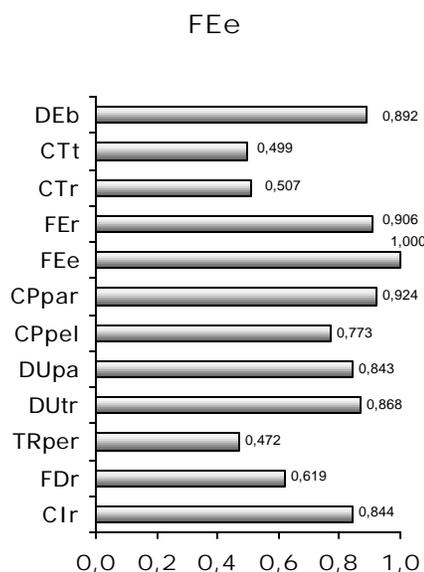


Figura 19 - Coeficientes de correlação do módulo de elasticidade à flexão estática (FEe) com as demais propriedades.

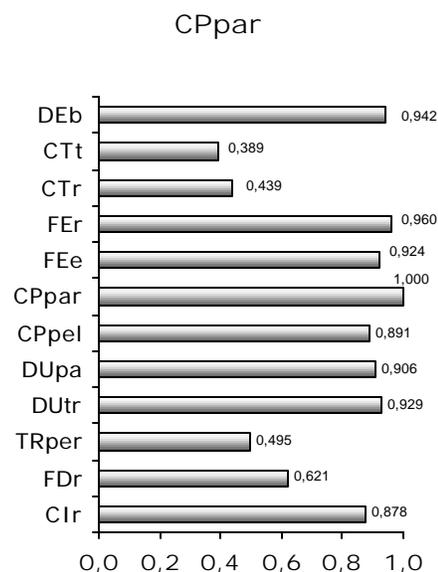


Figura 20 - Coeficientes de correlação da resistência à ruptura à compressão paralela às fibras (CPpar) com as demais propriedades.

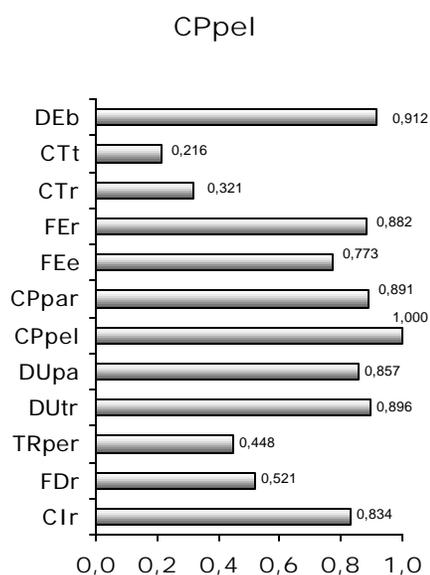


Figura 21 - Coeficientes de correlação da resistência no limite proporcional à compressão perpendicular às fibras (CPpel) com as demais propriedades.

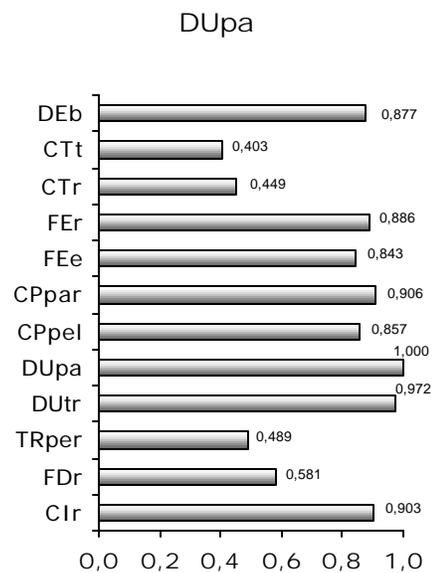


Figura 22 - Coeficientes de correlação da dureza Janka paralela às fibras (DUpa) com as demais propriedades.

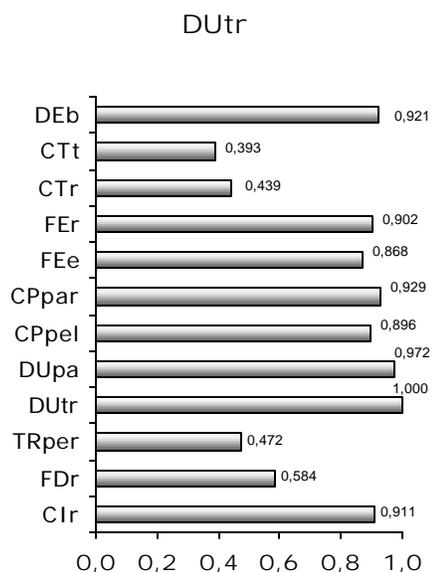


Figura 23 - Coeficientes de correlação da dureza Janka transversal às fibras (DUtr) com as demais propriedades.

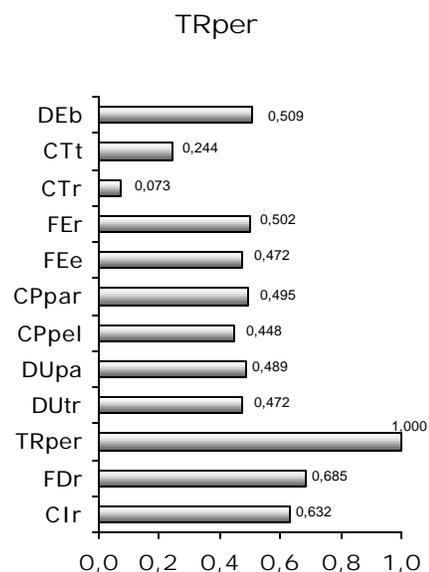


Figura 24 - Coeficientes de correlação da resistência à ruptura à tração perpendicular às fibras (TRper) com as demais propriedades.

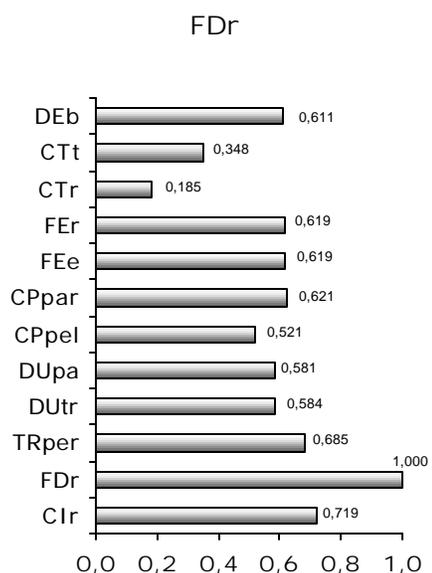


Figura 25 - Coeficientes de correlação da resistência à ruptura ao fendilhamento (FDr) com as demais propriedades.

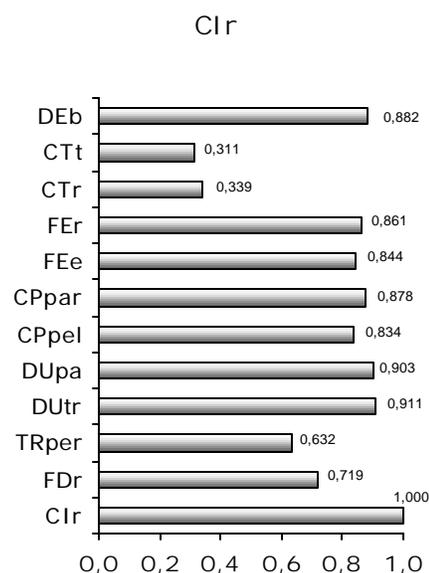


Figura 26 - Coeficientes de correlação da resistência à ruptura ao cisalhamento (Clr) com as demais propriedades.

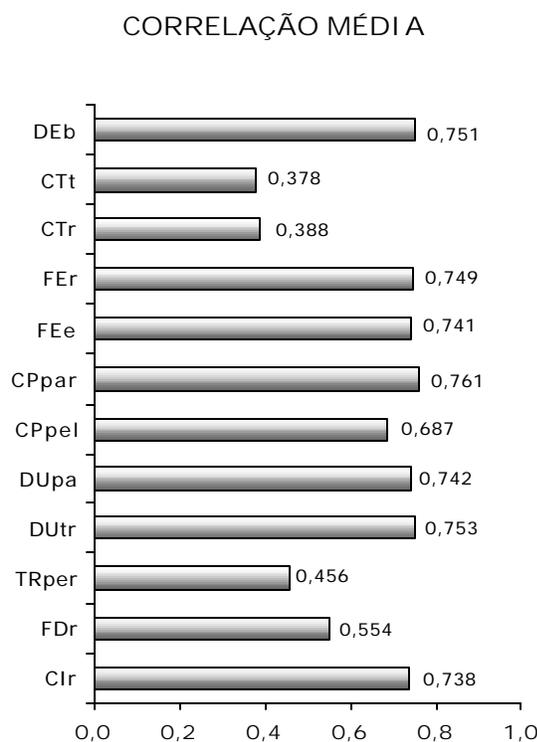


Figura 27 - Coeficientes de correlação médios ( $C_{CORR}$  médios) entre as propriedades físicas e mecânicas para as 163 espécies do LPF/IBAMA.

#### 4.4.2 Equações de regressão para estimativas das propriedades faltantes na literatura

##### 4.4.2.1 Tamanho, origem e estatísticas da amostra

A amostra básica para as equações de regressão foi a mesma utilizada nos cálculos dos coeficientes de correlação, ou seja, dados de 163 espécies de madeira obtidos de quatro publicações do LPF/IBAMA. Os parâmetros estatísticos simples constam na Tabela 8.

##### 4.4.2.2 Análise das suposições estatísticas dos dados da amostra

O procedimento computacional Guided Data Analysis do programa SAS, possibilitou a análise das suposições estatísticas dos dados para o desenvolvimento

e ajuste das equações de regressão, nas quais utilizou-se a propriedade densidade básica (DEb) como variável independente para estimativa das outras propriedades.

Em função das características dos dados, essa análise indicou a necessidade de transformação (logarítmica, raiz quadrada e inversa) das variáveis dependentes (CTt, CTr, FEr, FEe, CPar, CPpe, DUpa, DUtr, TRper, FDr e CIr), a eliminação de valores discrepantes (*outliers*), além de apontar o modelo mais apropriado da equação a ser ajustada, ou seja, linear, quadrático ou cúbico. A Tabela 10 apresenta os resultados da análise das suposições estatísticas, por meio do SAS.

Tabela 10. Resultados da análise de suposições estatísticas para as equações de regressão, utilizando o SAS Guided Data Analysis.

PROPRIIDADE	TRANSFORMAÇÃO DA VARIÁVEL DEPENDENTE	Nº DE "OUTLIERS" ELIMINADOS	MODELO DE EQUAÇÃO APROPRIADO	EQUAÇÃO A SER AJUSTADA
CTt	sem transformação	0	Linear	$CTt = a + b DEb$
CTr	sem transformação	0	Cúbica	$CTr = a + b DEb + c DEb^2 + d DEb^3$
FEr	$\sqrt{FEr}$	2	Quadrática	$\sqrt{FEr} = a + b DEb + c DEb^2$
FEE	sem transformação	0	Quadrática	$FEE = a + b DEb + c DEb^2$
CPpar	sem transformação	2	Linear	$CPpar = a + b DEb$
CPpel	Log CPpel	1	Quadrática	$\text{Log CPpel} = a + b DEb + c DEb^2$
DUpa	$\sqrt{DUpa}$	1	Cúbica	$\sqrt{DUpa} = a + b DEb + c DEb^2 + d DEb^3$
DUtr	$\sqrt{DUtr}$	1	Cúbica	$\sqrt{DUtr} = a + b DEb + c DEb^2 + d DEb^3$
TRper	Log TRper	0	Quadrática	$\text{Log TRper} = a + b DEb + c DEb^2$
FDr	Log FDr	0	Quadrática	$\text{Log FDr} = a + b DEb + c DEb^2$
Clr	$\sqrt{Clr}$	1	Quadrática	$\sqrt{Clr} = a + b DEb + c DEb^2$

Onde: a, b, c e d = coeficientes das equações  
Log = logaritmo de base 10

#### 4.4.3.3 Equações de regressão ajustadas

Com base na análise das suposições estatísticas, através do SAS - Guided Data Analysis, ajustou-se as equações de regressão. A Tabela 11 apresenta as equações de regressão ajustadas, bem como o coeficiente de determinação ( $R^2$ ) e o número de observações (após a eliminação dos *outliers*) que gerou cada equação.

Como era de se esperar, baseando-se nos resultados da análise das correlações, houve expressiva variação no valor do  $R^2$  entre as equações de cada propriedade. O *ranking*, ou hierarquia, dos coeficientes de determinação ( $R^2$ ) das equações foi praticamente o mesmo do dos coeficientes de correlação ( $C_{CORR}$ ) de DEb (variável independente) com as demais propriedades. As mudanças de posições ocorridas foram somente das propriedades FEe e DUpa, que inverteram a 5<sup>a</sup> e 7<sup>a</sup> posições, do *ranking* de  $C_{CORR}$  para o de  $R^2$ , respectivamente. Essas mudanças de posições supostamente estão relacionadas às transformações das variáveis dependentes feitas no SAS, bem com à eliminação dos *outliers*.

A maioria das equações (58,3%) apresentou um  $R^2$  satisfatório, ou seja, acima de 0,8. O maior valor encontrado foi o da equação para estimar CPpar ( $R^2 = 0,907$ ), e o menor valor foi o da equação para estimar CTt ( $R^2 = 0,132$ ), significando, respectivamente, o melhor e o pior desempenho dessas equações quanto à precisão das estimativas.

Com relação ao número de observações, ou pares de dados, usados para o ajuste de cada equação, houve variação entre um máximo de 159 para FEe, e um mínimo de 115 para FDr (Tabela 11). Tal variação deveu-se a ausência de alguns dados nas fontes de dados e também à eliminação dos *outliers*.

Em seqüência são apresentadas as Figuras 28 a 38 exibindo a dispersão dos dados e linhas de tendência das equações de regressão ajustadas. Em várias situações, a forma da dispersão dos dados mostra com clareza que é justificada a transformação do modelo da equação (linear, quadrática ou cúbica) proposta pelo programa SAS, por meio do procedimento Guided Data Analysis.

Tabela 11. Equações de regressão ajustadas para estimativas das propriedades físicas e mecânicas a partir da densidade básica (DEb).

PROPRIEDADE	EQUAÇÃO AJUSTADA	R <sup>2</sup>	Nº OBS
CTt	$CTt = 6,4526 + 3,6368 DEb$	0,132	138
CTr	$CTr = 12,021 - 43,633 DEb + 76,073 DEb^2 - 39,532 DEb^3$	0,220	138
FEr	$\sqrt{FEr} = 1,4169 + 19,844 DEb - 7,517 DEb^2$	0,902	156
FEe	$FEe = - 1741,8 + 32414 DEb - 12889 DEb^2$	0,810	159
CPpar	$CPpar = - 5,1558 + 108,55 DEb$	0,907	157
CPpel	$\text{Log CPpel} = - 0,1655 + 2,3153 DEb - 0,7795 DEb^2$	0,889	153
DUpa	$\sqrt{DUpa} = 68,329 - 191,0 DEb + 553,09 DEb^2 - 306,32 DEb^3$	0,814	157
DUtr	$\sqrt{DUtr} = 44,812 - 129,76 DEb + 454,44 DEb^2 - 239,73 DEb^3$	0,894	156
TRper	$\text{Log TRper} = - 0,139 + 2,0218 DEb - 1,2795 DEb^2$	0,366	154
FDr	$\text{Log FDr} = - 0,0103 + 1,9425 DEb - 1,1534 DEb^2$	0,477	115
Clr	$\sqrt{Clr} = 0,7111 + 5,7022 DEb - 1,7949 DEb^2$	0,814	156

Onde: R<sup>2</sup> = coeficiente de determinação  
Nº OBS = número de pares de dados (observações) que gerou a equação  
Log = logaritmo de base 10

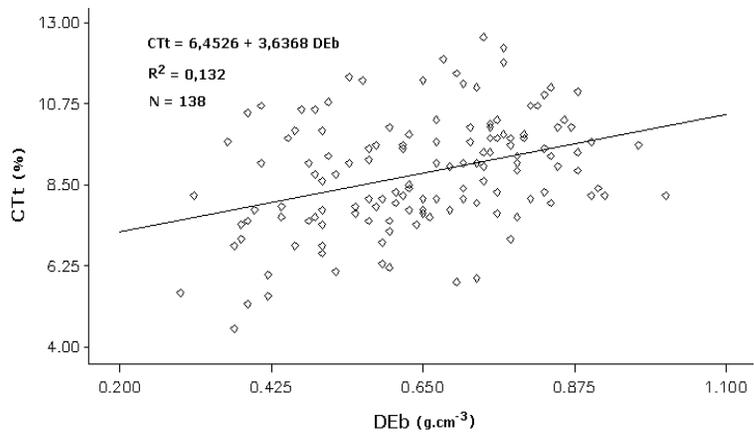


Figura 28 - Dispersão dos dados e linha de tendência da equação de regressão para estimar a contração tangencial (CTt) em função de DEB.

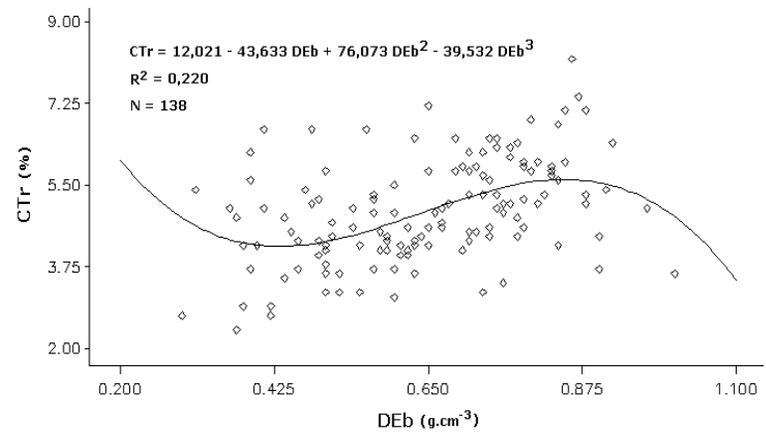


Figura 29 - Dispersão dos dados e linha de tendência da equação de regressão para estimar a contração radial (CTr) em função de DEB.

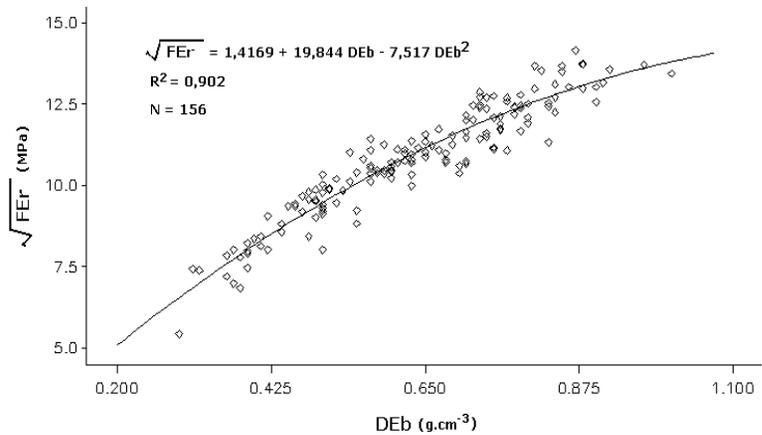


Figura 30 - Dispersão dos dados e linha de tendência da equação de regressão para estimar o módulo de ruptura à flexão estática (FEr) em função de DEB.

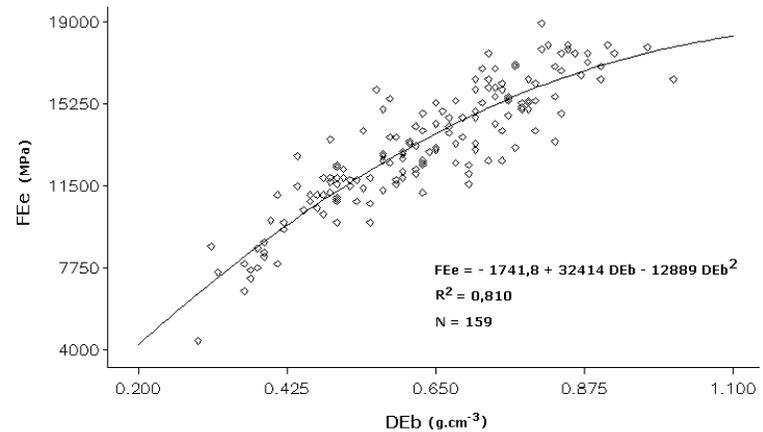


Figura 31 - Dispersão dos dados e linha de tendência da equação de regressão para estimar o módulo de elasticidade à flexão estática (FEe) em função de DEB.

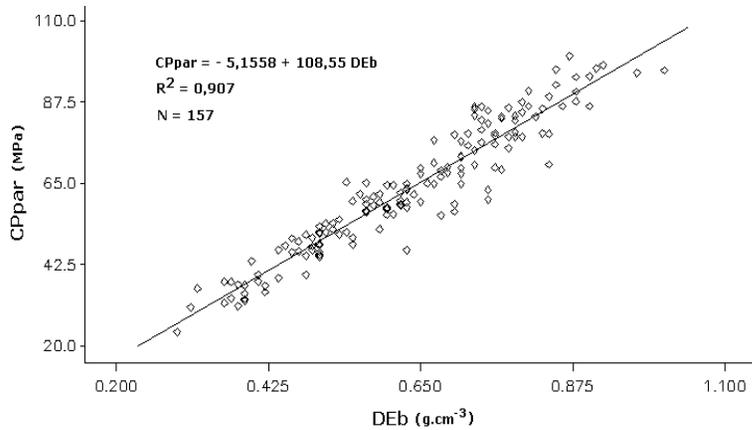


Figura 32 - Dispersão dos dados e linha de tendência da equação de regressão para estimar a resistência à ruptura à compressão paralela às fibras (CPpar) em função de DEB.

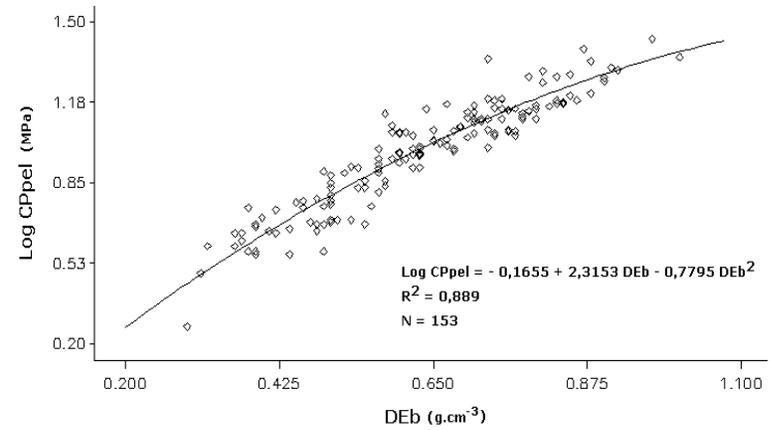


Figura 33 - Dispersão dos dados e linha de tendência da equação de regressão para estimar a resistência no limite proporcional à compressão perpendicular às fibras (CPpel) em função de DEB.

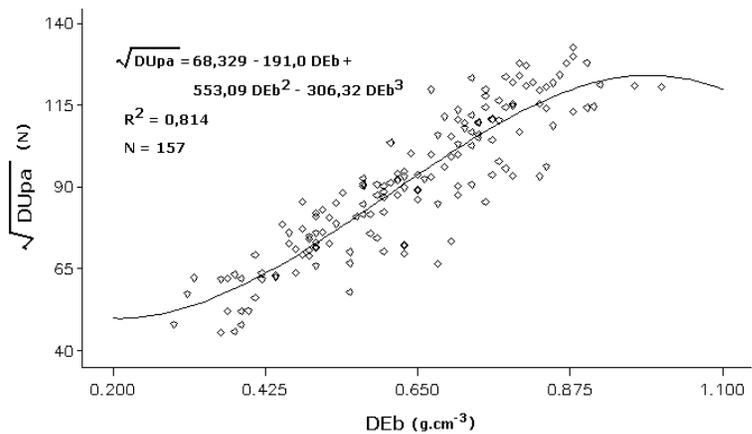


Figura 34 - Dispersão dos dados e linha de tendência da equação de regressão para estimar a dureza Janka paralela às fibras (DUpa) em função de DEB.

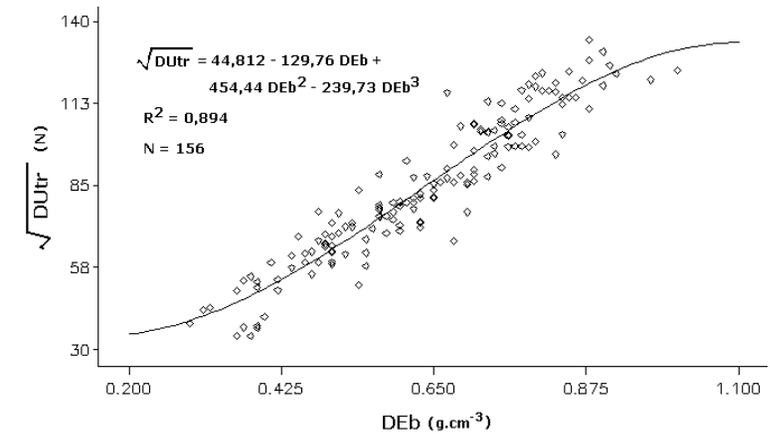


Figura 35 - Dispersão dos dados e linha de tendência da equação de regressão para estimar a dureza Janka transversal às fibras (DUtr) em função de DEB.

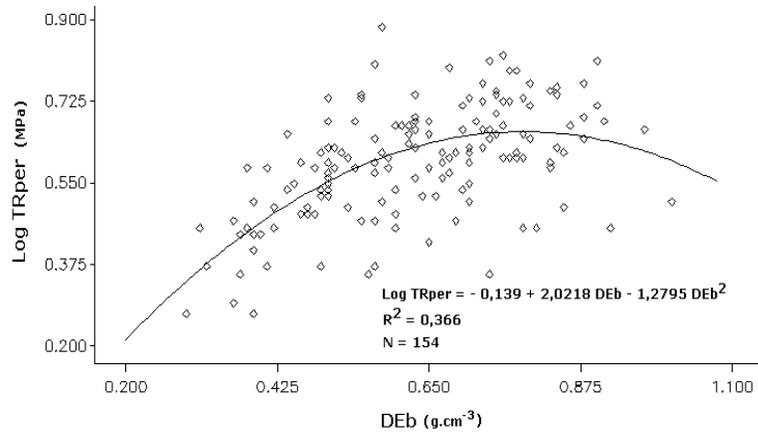


Figura 36 - Dispersão dos dados e linha de tendência da equação de regressão para estimar a resistência à ruptura à tração perpendicular às fibras (TRper) em função de DEB.

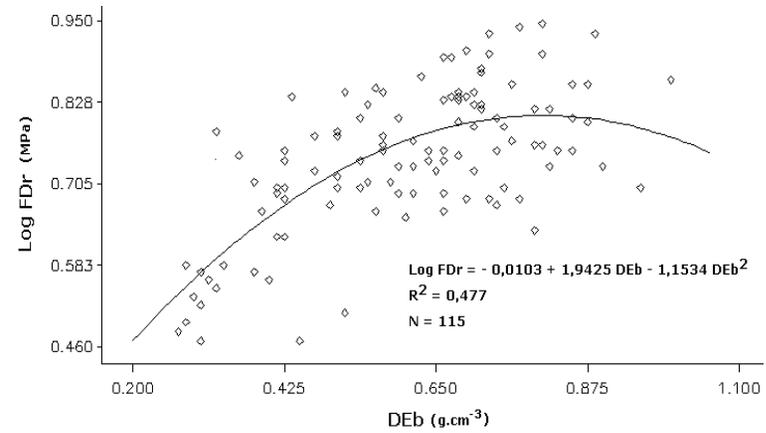


Figura 37 - Dispersão dos dados e linha de tendência da equação de regressão para estimar a resistência à ruptura ao fendilhamento (FDr) em função de DEB.

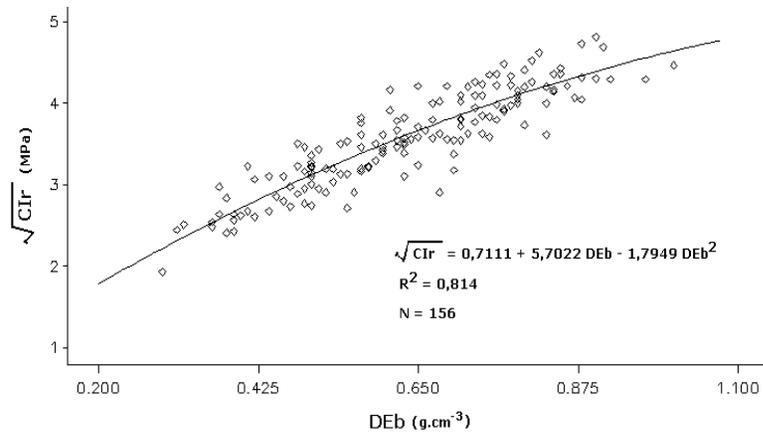


Figura 38 - Dispersão dos dados e linha de tendência da equação de regressão para estimar a resistência à ruptura ao cisalhamento (CIr) em função de DEB.

#### 4.5 Agrupamentos das espécies do estudo

A seguir são descritos os resultados dos agrupamentos das 187 espécies do estudo das três maneiras que foram realizados: a) agrupamento com base na densidade básica (DEb); b) agrupamento pelo conjunto das 12 propriedades físicas e mecânicas; e, c) agrupamentos considerando apenas as principais propriedades físicas e mecânicas para diferentes usos finais.

##### 4.5.1 Agrupamento pela densidade básica

O agrupamento com base na densidade básica (DEb) revelou uma distribuição bastante próxima da normal, onde a maior parte das 187 espécies, ou seja, 157 (84,0%), situa-se nas classes central (Média) e intermediárias (Leve e Pesada), e a menor parte, ou seja, 30 (16,0%), situa-se nas classes extremas (Muito Leve e Muito Pesada). A classe com a menor frequência foi a Muito Pesada com 10 espécies (5,3% do total). A Figura 39 e a Tabela 12 apresentam, respectivamente, a distribuição da frequência e a relação das espécies pelas classes de DEb definidas nesse trabalho.

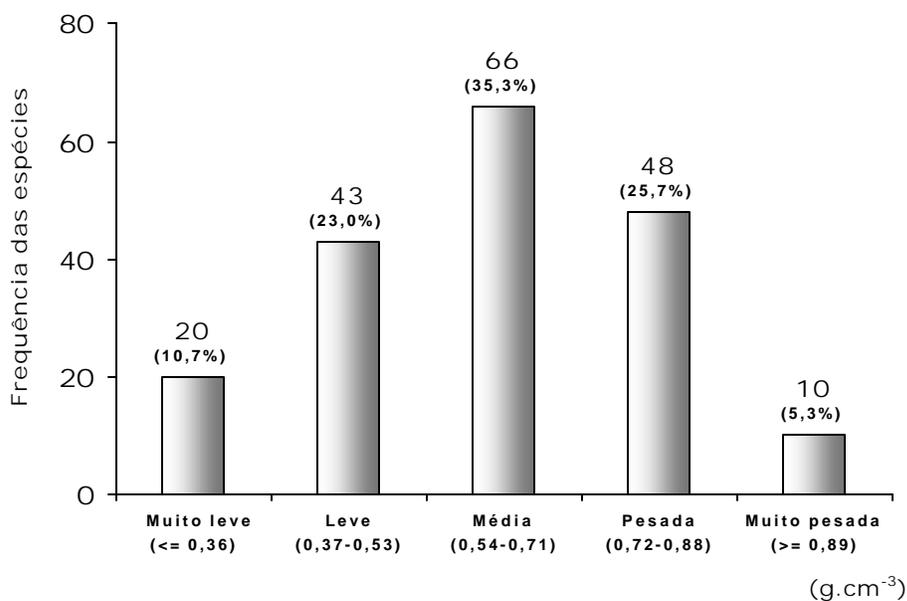


Figura 39 - Distribuição da frequência das espécies do estudo de acordo com a classe de densidade básica (DEb).

Tabela 12. Agrupamento, pelo nome usual, das espécies do estudo quanto à densidade básica (DEb).

MUITO LEVES ( $\leq 0,36 \text{ g.cm}^{-3}$ )	LEVES ( $0,37 - 0,53 \text{ g.cm}^{-3}$ )	MÉDIAS ( $0,54 - 0,71 \text{ g.cm}^{-3}$ )	PESADAS ( $0,72 - 0,88 \text{ g.cm}^{-3}$ )	MUITO PESADAS ( $\geq 0,89 \text{ g.cm}^{-3}$ )
- Apuí (Apu026)	- Açacu (Aca009)	- Abiurana-abíu (Abi004)	- Abíu (Abi001)	- Cumaru-ferro (Cum074)
- Apuí-amarelo (Apu027)	- Angelim-saião (Ang023)	- Abiurana-folha-cinzenta (Abi006)	- Abíu-bravo (Abi002)	- Cupuaçu-bravo (Cup076)
- Apuí-branco (Apu028)	- Angico (Ang024)	- Abiurana-preta (Abi007)	- Abiurana (Abi003)	- Ingá-verde (Ing106)
- Apuí-preto (Apu029)	- Arapari (Ara031)	- Abiurana-vermelha (Abi008)	- Acariquara (Aca010)	- Itaúba-preta (Ita112)
- Embiratanha (Emb077)	- Ata (Ata033)	- Amapá (Ama011)	- Angelim-amargoso (Ang017)	- Jacarandá (Jac114)
- Gameleira (Gam092)	- Bajinha (Baj038)	- Amarelão (Ama012)	- Angico-amarelo (Ang025)	- Maraximbé-vermelho (Mar140)
- Imbaúba (Imb097)	- Burra-leiteira (Bur043)	- Andiroba (And013)	- Araçá (Ara030)	- Muiraximbé-branco (Mui147)
- Imbaúba-branca (Imb098)	- Cajuí (Caj048)	- Angelca (Ang014)	- Aroeira (Aro032)	- Murici (Mur150)
- Imbaúba-gigante (Imb099)	- Cambará (Cam050)	- Angelim (Ang016)	- Bajão (Baj037)	- Pitaica (Pit169)
- Jaracatiá (Jar115)	- Canafistula (Can051)	- Angelim-branco (Ang018)	- Bálsamo (Bal039)	- Quina-quina-amarela (Qui172)
- Malva-branca (Mal136)	- Caucho (Cau061)	- Angelim-da-mata (Ang019)	- Breu-vermelho (Bre042)	
- Malva-pente-de-macaco (Mal137)	- Cedrinho (Ced062)	- Bacuri (Bac034)	- Carapanaúba-amarela (Car053)	
- Marupá (Mar142)	- Cedro (Ced063)	- Bacuri-de-anta (Bac035)	- Carapanaúba-preta (Car054)	
- Mulungu (Mul148)	- Cedro-branco (Ced064)	- Breu-branco (Bre040)	- Caripé-branco (Car055)	
- Mutamba (Mut152)	- Cerejeira (Cer065)	- Breu-manga (Bre041)	- Caripé-vermelho (Car057)	
- Pente-de-macaco (Pen164)	- Copaíba (Cop068)	- Cabelo-de-cutia (Cab044)	- Coaçu (Coa067)	
- Samaúma (Sam174)	- Copaíba-branca (Cop069)	- Café-bravo (Caf045)	- Copinho (Cop070)	
- Samaúma-barriguda (Sam175)	- Corrimboque (Cor071)	- Caferana (Caf046)	- Cumarú-cetim (Cum073)	
- Samaúma-preta (Sam176)	- Corrimboque-duro (Cor072)	- Caripé-roxo (Car056)	- Cumarurana (Cum075)	
- Vela-branca (Vel200)	- Fava-bolacha (Fav088)	- Castanheira (Cas058)	- Envira-amarela (Env078)	
	- Jequitibá (Jeq118)	- Catuaba (Cat059)	- Envira-conduru (Env080)	
	- Limãozinho (Lim125)	- Catuaba-roxa (Cat060)	- Envira-sangue (Env083)	
	- Louro-amarelo (Lou128)	- Cernambi-de-índio (Cer066)	- Farinha-sêca (Far086)	
	- Manga-de-anta (Man138)	- Envira-cajú (Env079)	- Fava-orelinha (Fav089)	
	- Mogno (Mog144)	- Envira-vassourinha (Env084)	- Feijãozinho (Fei091)	
	- Morotó (Mor145)	- Espinheiro-preto (Esp085)	- Imbirindiba-amarela (Imb100)	
	- Pau-brasil (Pau157)	- Fava-amarela (Fav087)	- Inharé (Inh108)	
	- Pau-d'arco-branco (Pau159)	- Feijão-bravo (Fei090)	- Ipê-amarelo (Ipe110)	
	- Pau-sangue (Pau162)	- Grão-de-galo (Gra094)	- Itaúba (Ita111)	
	- Quaruba (Qua171)	- Guariúba (Gua096)	- Jatobá (Jat116)	
	- Seringarana (Ser178)	- Ingá (Ing101)	- Jutaí (Jut123)	
	- Seringueira (Ser179)	- Ingá-de-várzea (Ing102)	- Louro-chumbo (Lou131)	
	- Taperebá (Tap186)	- Ingá-ferro (Ing103)		
	- Tauari (Tau188)	- Ingá-mirim (Ing104)		
		- Ingá-preta (Ing105)		

Tabela 12. Agrupamento, pelo nome usual, das espécies do estudo quanto à densidade básica (DEb).

MUITO LEVES ( $\leq 0,36 \text{ g.cm}^{-3}$ )	LEVES ( $0,37 - 0,53 \text{ g.cm}^{-3}$ )	MÉDIAS ( $0,54 - 0,71 \text{ g.cm}^{-3}$ )	PESADAS ( $0,72 - 0,88 \text{ g.cm}^{-3}$ )	MUITO PESADAS ( $\geq 0,89 \text{ g.cm}^{-3}$ )
	<ul style="list-style-type: none"> <li>- Taxi-branco (Tax189)</li> <li>- Timbaúba (Tim193)</li> <li>- Torém (Tor194)</li> <li>- Torém-de-lixia (Tor195)</li> <li>- Torém-imbaúba (Tor196)</li> <li>- Ucuuba-branca (Ucu197)</li> <li>- Ucuuba-preta (Ucu198)</li> <li>- Ucuuba-punã (Ucu199)</li> <li>- Xixá-casca-dura (Xix203)</li> </ul>	<ul style="list-style-type: none"> <li>- Ingá-vermelha (Ing107)</li> <li>- Inharé-amarelo (Inh109)</li> <li>- Jenipapo (Jen117)</li> <li>- Jitó-branco (Jit119)</li> <li>- Jitó-da-terra-firme (Jit120)</li> <li>- Jitó-preto (Jit121)</li> <li>- João-mole (Joa122)</li> <li>- Laranjinha (Lar124)</li> <li>- Louro (Lou126)</li> <li>- Louro-abacate (Lou127)</li> <li>- Louro-aritu (Lou129)</li> <li>- Louro-bosta (Lou130)</li> <li>- Louro-preto (Lou132)</li> <li>- Manité (Man139)</li> <li>- Marfim-fedorento (Mar141)</li> <li>- Muirapiranga (Mui146)</li> <li>- Mulungu-duro (Mul149)</li> <li>- Mururé (Mur151)</li> <li>- Pama-caucho (Pam155)</li> <li>- Pau-marfim (Pau161)</li> <li>- Pau-sangue-casca-grossa (Pau163)</li> <li>- Pereiro (Per165)</li> <li>- Piqui (Piq167)</li> <li>- Piquiarana (Piq168)</li> <li>- Sapota (Sap177)</li> <li>- Sorva (Sor180)</li> <li>- Sucupira-amarela (Suc181)</li> <li>- Taxi-preto (Tax190)</li> <li>- Taxi-vermelho (Tax191)</li> <li>- Xixá (Xix202)</li> <li>- Xixuá (Xix204)</li> </ul>	<ul style="list-style-type: none"> <li>- Maçaranduba (Mac133)</li> <li>- Macucu-chiador (Mac134)</li> <li>- Macucu-sangue (Mac135)</li> <li>- Matamatá (Mat143)</li> <li>- Pacote (Pac153)</li> <li>- Pama-amarela (Pam154)</li> <li>- Pama-preta (Pam156)</li> <li>- Pau-conserva (Pau158)</li> <li>- Pintadinho (Pin166)</li> <li>- Roxinho (Rox173)</li> <li>- Sucupira-preta (Suc183)</li> <li>- Taboarana (Tab184)</li> <li>- Tamarina (Tam185)</li> <li>- Tatajuba (Tat187)</li> <li>- Taxirana (Tax192)</li> <li>- Violeta (Vio201)</li> </ul>	
n = 20	n = 43	n = 66	n = 48	n = 10

Onde: n = número de espécies da classe/grupo de DEb

Nota: Entre parênteses consta o código da espécie utilizado neste trabalho.

A normalidade da distribuição dos dados foi verificada, por meio do programa SAS, através de um teste de normalidade (rotina de programa PROC UNIVARIATE NORMAL), o qual revelou um índice  $W: Normal$  de 0,9484, o que demonstra uma probabilidade de cerca de 95% da distribuição ser normal, a um nível de significância de 95%. Os coeficientes de assimetria e de curtose foram, respectivamente, de - 0,2345 e - 0,8028, significando que a curva da distribuição de DEb tende a forma normal clássica, a qual, segundo Couto<sup>13</sup>, por convenção, possui esses coeficientes compreendidos entre - 2,0 e + 2,0.

Os parâmetros estatísticos simples de DEb são apresentados mais à frente (Tabela 13) juntamente com as outras propriedades. Com relação à variabilidade (CV%), DEb apresentou-se posicionada em meio às outras propriedades, ou seja, houve seis propriedades com o CV% acima e cinco propriedades com o CV% abaixo do de DEb.

Como já mencionado, o principal objetivo de agrupar as madeiras por DEb é servir como um referencial para o agrupamento utilizando todas as propriedades desse estudo, considerando suas estreitas relações com as outras propriedades, principalmente as mecânicas.

Em geral, o agrupamento por DEb reuniu madeiras muito similares em vários aspectos, especialmente nas classes extremas. Por exemplo, as madeiras pertencentes à classe Muito Leve como os apuís (Apu026, Apu027, Apu028 e Apu029), Marupá (Mar142), e as samaúmas (Sam174, Sam175 e Sam176), são de aparência bastante próximas, sendo, em geral, madeiras claras, muito porosas e com baixa resistência a esforços mecânicos. Já nas classes Média, Leve e Pesada, essa diferenciação torna-se mais complicada, pois contém espécies com as mais variadas propriedades, tanto organolépticas (cor, textura, grã, etc.), como também físicas e mecânicas.

Devido aos altos  $C_{CORR}$  com a maioria das outras propriedades, o agrupamento por DEb já seria de bastante utilidade para definir os usos das madeiras, sobretudo para aquelas consideradas pouco conhecidas. No entanto, para as espécies tradicionais, ou reconhecidas no mercado de madeiras, esse agrupamento está longe de ser definitivo, pois há outros aspectos (decorativo, trabalhabilidade, durabilidade natural, etc.) a serem considerados para se definir o seu uso final. Um importante aspecto de uma madeira tradicional é o seu valor

---

<sup>13</sup> COUTO, H.T.Z. Anotação de aula, 2000.

econômico de mercado, o qual é em função de suas qualidades. Exemplo disso são o Mogno (Mog144) e o Açu (Aca009) que estão na mesma classe de densidade básica (Leve), mas que tem aplicações completamente diferentes, pois enquanto a primeira madeira é de grande valor de mercado e usada para a confecção de móveis de alto luxo, a outra é de médio a baixo valor de mercado e usada, por exemplo, para caixotaria (embalagens) quando é, geralmente, descartável em face da fragilidade à rupturas e baixa durabilidade natural.

#### 4.5.2 Agrupamento pelo conjunto das propriedades físicas e mecânicas

A seguir são apresentados os resultados obtidos do agrupamento das espécies do estudo por todas as propriedades físicas e mecânicas, por meio da análise multivariada.

##### 4.5.2.1 Parâmetros estatísticos simples da amostra

A Tabela 13 apresenta os parâmetros estatísticos simples das 12 propriedades para as 187 espécies do estudo.

Tabela 13. Parâmetros estatísticos simples das propriedades físicas e mecânicas para as espécies do estudo.

PARÂMETRO	DEb	CTt	CTr	FEr
MÉDIA	0,6169	8,6187	4,7406	116,044
DESVIO PADRÃO	0,1696	1,6222	1,0289	39,608
CV%	27,5	18,8	21,7	34,1
PARÂMETRO	FEe	CPpar	CPpel	DUpa
MÉDIA	12935,45	62,380	10,2102	8252,096
DESVIO PADRÃO	3141,71	19,382	4,9137	3984,086
CV%	24,3	31,1	48,1	48,3
PARÂMETRO	DUtr	TRper	FDr	Clr
MÉDIA	7339,711	3,9647	5,3460	12,7149
DESVIO PADRÃO	4011,744	1,0446	1,2759	4,3048
CV%	54,7	26,3	23,9	33,9

Onde: CV% = coeficiente de variação percentual

As propriedades apresentaram uma variabilidade (CV%) bastante acentuada, sendo que o menor coeficiente de variação foi o de CTt (18,8%) e o maior foi o de DUtr (54,7%). Essa variabilidade é bastante similar à encontrada para as 163 espécies do LPF/IBAMA (Tabela 8).

#### 4.5.2.2 Correlações entre as propriedades

Em geral, houve alta correlação entre as propriedades físicas e mecânicas das 187 espécies do estudo, onde se destaca o coeficiente de correlação de DEb vs. CPpar, que atingiu o elevado valor de 0,9741. Sustentando a mesma posição da análise para as 163 espécies, porém com um valor um pouco melhor, o menor dos coeficientes de correlação foi de CTr vs. TRper, com o valor de 0,2416. A Tabela 14 apresenta a matriz dos coeficientes de correlação das propriedades.

Tabela 14. Matriz dos coeficientes de correlação das propriedades físicas e mecânicas das espécies do estudo.

PROP.	DEb	CTt	CTr	FEr	FEe	CPpar	CPpel	DUpa	DUtr	TRper	FDr	Clr
DEb	1	0,4115	0,4427	0,9501	0,9299	0,9741	0,9598	0,9131	0,9577	0,7444	0,8440	0,9463
CTt	0,4115	1	0,6328	0,5104	0,5270	0,4466	0,3915	0,4384	0,4048	0,2959	0,3752	0,3724
CTr	0,4427	0,6328	1	0,5029	0,4836	0,4637	0,4784	0,4447	0,4385	0,2416	0,3573	0,3790
FEr	0,9501	0,5104	0,5029	1	0,9653	0,9712	0,9279	0,9314	0,9419	0,7300	0,8411	0,9365
FEe	0,9299	0,5270	0,4836	0,9653	1	0,9479	0,8680	0,8893	0,9036	0,7250	0,8418	0,9219
CPpar	0,9741	0,4466	0,4637	0,9712	0,9479	1	0,9426	0,9316	0,9540	0,7266	0,8287	0,9445
CPpel	0,9598	0,3915	0,4784	0,9279	0,8680	0,9426	1	0,9137	0,9523	0,6763	0,7814	0,9169
DUpa	0,9131	0,4384	0,4447	0,9314	0,8893	0,9316	0,9137	1	0,9702	0,6766	0,7726	0,9259
DUtr	0,9577	0,4048	0,4385	0,9419	0,9036	0,9540	0,9523	0,9702	1	0,6939	0,7964	0,9510
TRper	0,7444	0,2959	0,2416	0,7300	0,7250	0,7266	0,6763	0,6766	0,6939	1	0,8796	0,8156
FDr	0,8440	0,3752	0,3573	0,8411	0,8418	0,8287	0,7814	0,7726	0,7964	0,8796	1	0,8819
Clr	0,9463	0,3724	0,3790	0,9365	0,9219	0,9445	0,9169	0,9259	0,9510	0,8156	0,8819	1

Onde: PROP. = propriedades físicas e mecânicas do estudo

A Figura 40 traz a representação gráfica dos coeficientes de correlação médios (calculados pela expressão (16)) das propriedades para as 187 espécies do estudo.

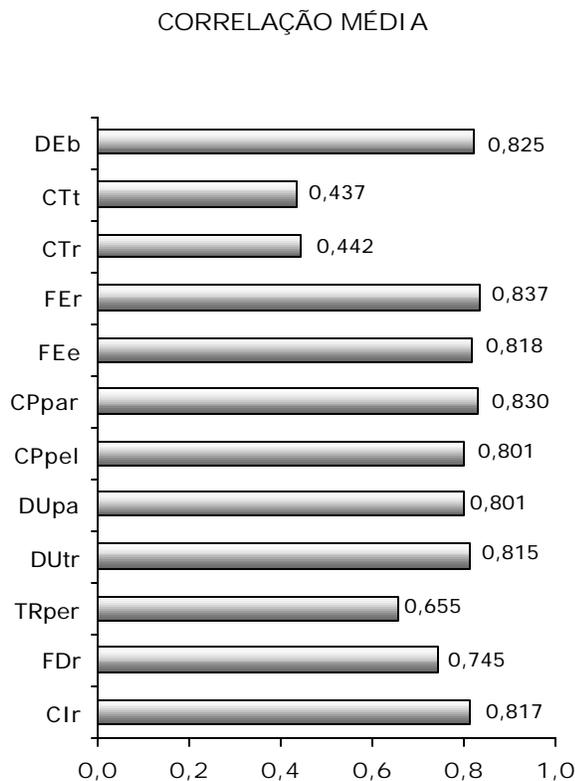


Figura 40 - Coeficientes de correlação médios ( $C_{CORR}$  médios) entre as propriedades físicas e mecânicas para as 187 espécies do estudo.

Os  $C_{CORR}$  médios das 187 espécies do estudo apresentaram valores superiores quando comparados com os  $C_{CORR}$  médios encontrados para a análise das correlações das 163 espécies do LPF/IBAMA, constantes na Figura 27. Embora as configurações dos gráficos (Figuras 27 e 40) sejam semelhantes, as propriedades não apresentaram a mesma tendência quanto à posição hierárquica das correlações médias. As mudanças mais expressivas nas posições hierárquicas foram a de FER, que passou da 4ª posição para a 1ª, a de DUtr, que passou da 2ª para a 6ª, e a de DUpa, que passou da 5ª para a 8ª posição. As propriedades DEb, FDr, TRper, CTr e CTt mantiveram suas posições, ou seja, a 3ª, 9ª, 10ª, 11ª e 12ª posições, respectivamente. As propriedades CPpar e CPpel alteraram apenas uma posição hierárquica. As propriedades FEE e Clr alteram duas posições hierárquicas. A Tabela 15 apresenta essa comparação.

Tabela 15. Comparação das posições hierárquicas e dos  $C_{CORR}$  médios das 163 espécies do LPF/IBAMA com os das 187 espécies do estudo.

PROPRIEDADE	PARA 163 ESPÉCIES		PARA 187 ESPÉCIES	
	$C_{CORR}$ MÉDIO	POSIÇÃO	$C_{CORR}$ MÉDIO	POSIÇÃO
CPpar	0,7612	1	0,8301	2
DUtr	0,7533	2	0,8149	6
DEb	0,7508	3	0,8249	3
FEr	0,7493	4	0,8372	1
DUpa	0,7425	5	0,8007	8
FEe	0,7405	6	0,8185	4
CIr	0,7378	7	0,8174	5
CPpel	0,6865	8	0,8008	7
FDr	0,5539	9	0,7455	9
TRper	0,4564	10	0,6550	10
CTr	0,3876	11	0,4423	11
CTt	0,3783	12	0,4370	12

Onde:  $C_{CORR}$  MÉDIO = coeficiente de correlação médio  
 POSIÇÃO = posição hierárquica

Supostamente, as alterações dos valores dos  $C_{CORR}$  médios, bem como as das posições hierárquicas, ocorridas entre os dois grupos de espécies, sejam atribuídas ao fato de que os dados faltantes estimados pelas equações de regressão tornaram o grupo das 187 espécies mais homogêneo, ocasionando o aumento dos  $C_{CORR}$  médios. Supõe-se também que o número de estimativas de cada propriedade, uma vez que umas tiveram mais e outras menos dados estimados, tenha afetado os coeficientes de correlação médios.

#### 4.5.2.3 Formação dos grupos das espécies

A inspeção visual do diagrama em forma de “copa de árvore invertida” contendo as várias ramificações com a posição de cada uma das espécies do estudo, fornecido pelo programa SAS, possibilitou separar as espécies em cinco grupos distintos. Embora as ramificações segreguem as espécies até ao nível individual, procurou-se separá-las em uma forma tal que a quantidade de grupos fosse compatível com as classificações normalmente utilizadas, incluindo a

classificação por DEb usada neste trabalho. Coincidentemente, a visualização do diagrama promoveu a nítida formação de cinco grupos de espécies, ou seja, o mesmo número de grupos da classificação por DEb. O número de espécies contidos em cada grupo foi de: Grupo 1, 33 espécies; Grupo 2, 46 espécies; Grupo 3, 19 espécies; Grupo 4, 46 espécies; e, Grupo 5, 43 espécies.

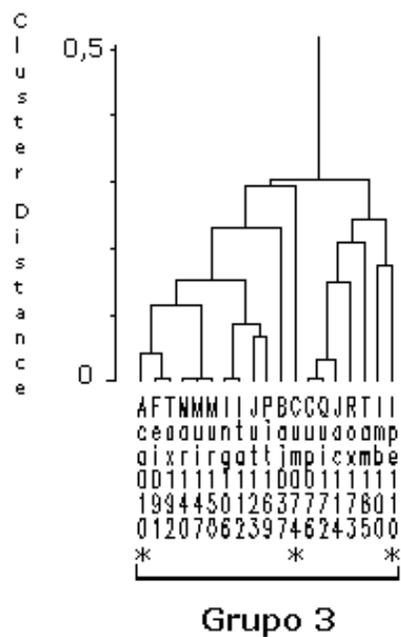
Alguns autores (Souza et al. 1990; Humphreys & Chimelo, 1992) mencionam que, para a formação dos grupos, deve ser traçado de uma “linha de corte” na altura do eixo *y* – “distância média entre os grupos” (*average distance between clusters*) - que intercepte, no diagrama, as linhas de origem de cada grupo a ser formado. De fato, essa linha sendo traçada na altura de 0,5 do eixo *y* do diagrama proporciona a formação, não de cinco, mas de seis grupos. No entanto, o sexto e último grupo seria formado apenas pelas espécies Cop068 e Cop069 (ver Figuras 41 e 46 adiante). Assim, por questões de praticidade (a mesma apontada por Humphreys & Chimelo, 1992), resolveu-se incluir essas duas espécies dentro do grupo mais próximo, ou seja, o Grupo 5, o que resultou em cinco o número de grupos.

A Figura 41 apresenta o diagrama geral com a distribuição das espécies do estudo (incluindo a “linha de corte” e a separação artificial em grupos), fornecido pela análise multivariada no programa SAS.

Em razão da grande quantidade de espécies, que prejudicou, na escala mostrada, a perfeita visualização do eixo *x* (espécies) do diagrama geral, são apresentadas em seqüência, com a finalidade de melhorar a visibilidade, as Figuras 42 a 46, contendo as ampliações de cada grupo de espécies do diagrama geral. Nessas figuras são também assinaladas algumas espécies consideradas tradicionais em cada grupo, cuja abordagem se dará mais adiante.

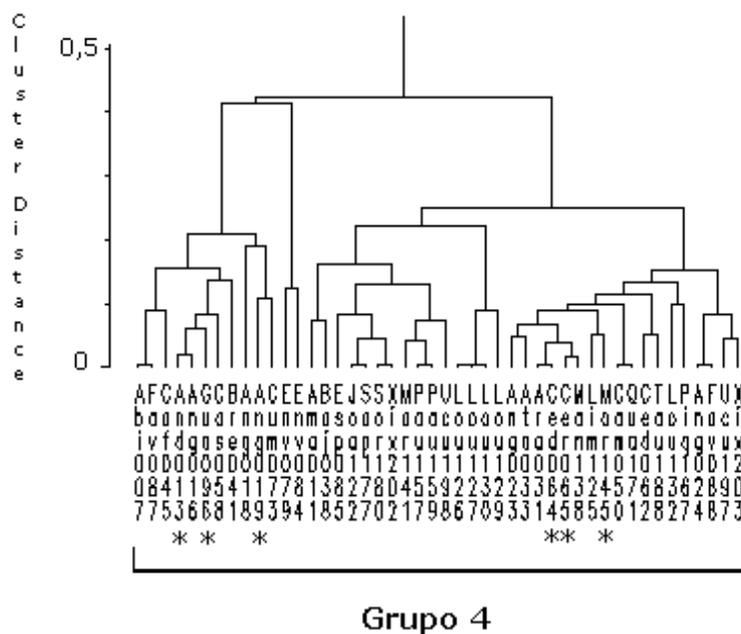






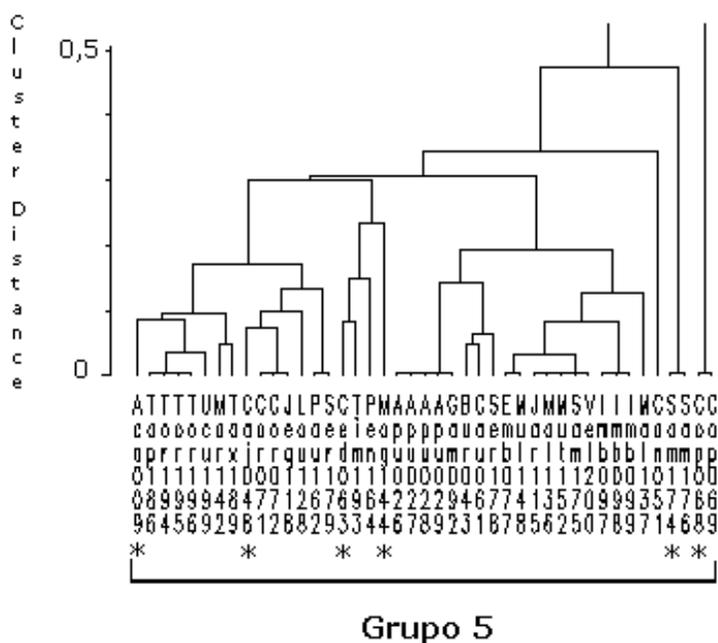
\* espécies consideradas tradicionais

Figura 44 - Diagrama ampliado do Grupo 3 das espécies do estudo contendo as espécies consideradas tradicionais.



\* espécies consideradas tradicionais

Figura 45 - Diagrama ampliado do Grupo 4 das espécies do estudo contendo as espécies consideradas tradicionais.



\* espécies consideradas tradicionais

Figura 46 - Diagrama ampliado do Grupo 5 das espécies do estudo contendo as espécies consideradas tradicionais.

#### 4.5.2.4 Parâmetros estatísticos simples dos grupos

Os parâmetros estatísticos simples das propriedades físicas e mecânicas para cada grupo de espécies são apresentados na Tabela 16.

É interessante notar que a seqüência dos grupos com relação à grandeza das médias, aparenta ser aleatória, isto é, não é crescente e tampouco decrescente. Para a maioria das propriedades (exceto CTt, CTr e TRper), tanto físicas como mecânicas, o Grupo 3 é aquele que contém as maiores médias, enquanto que o Grupo 5, as menores médias. Para as propriedades CTt, CTr e TRper o Grupo 1 foi o que apresentou as maiores médias. Os Grupos 1, 2, 4 e 5 apresentam, respectivamente, a 2<sup>a</sup>, a 3<sup>a</sup>, a 4<sup>a</sup> e a 5<sup>a</sup> maiores médias para a maioria das propriedades (exceto CTt, CTr e TRper, em que a seqüência dos grupos para essas médias foi 2, 3, 4 e 5 para CTt, e 3, 2, 4 e 5 para CTr e TRper). Assim, com relação às grandezas das propriedades físicas e resistências mecânicas, pode-se afirmar que o *ranking* de "robustez" dos grupos é o seguinte: Grupo 3, Grupo 1, Grupo 2, Grupo 4 e Grupo 5.

Tabela 16. Parâmetros estatísticos simples das propriedades físicas e mecânicas para cada grupo de espécies do estudo, considerando o agrupamento pela análise multivariada.

PROP.	Grupo 1 (n = 33)			Grupo 2 (n = 46)			Grupo 3 (n = 19)			Grupo 4 (n = 46)			Grupo 5 (n = 43)			
	MÉDIA	DESVIO PADRÃO	CV%	CV% médio												
DEb	0,7388	0,0494	6,7	0,7015	0,0519	7,4	0,8816	0,0431	4,9	0,5533	0,0707	12,8	0,3840	0,0722	18,8	10,1
CTt	9,3848	1,5197	16,2	9,3239	1,5965	17,1	9,0053	0,7207	8,0	8,4130	1,2461	14,8	7,2674	1,5356	21,1	15,4
CTr	5,2788	0,8410	15,9	5,0370	0,9824	19,5	5,2684	0,8756	16,6	4,4239	0,9090	20,5	4,0953	0,9554	23,3	19,2
FEr	150,184	6,7867	4,5	136,354	15,3022	11,2	170,298	15,6964	9,2	101,233	13,3594	13,2	59,9870	14,4251	24,0	12,4
FEE	15465,88	748,396	4,8	14758,63	1016,237	6,9	16652,53	737,764	4,4	12146,83	1059,571	8,7	8244,349	1615,096	19,6	8,9
CPpar	78,7682	4,8201	6,1	71,5300	6,9799	9,8	90,8447	5,5049	6,1	54,8620	7,5722	13,8	35,4795	6,8733	19,4	11,0
CPpel	13,7455	1,7009	12,4	12,1083	1,6954	14,0	18,9363	2,5934	13,7	7,7148	2,2290	28,9	4,2802	1,5495	36,2	21,0
DUpa	12396,61	620,262	5,0	9659,217	895,656	9,3	14481,53	1153,604	8,0	6217,283	1254,660	20,2	2990,372	886,236	29,6	14,4
DUtr	11078,48	764,789	6,9	8691,326	795,754	9,2	14443,58	847,637	5,9	5095,087	1208,275	23,7	2286,814	898,047	39,3	17,0
TRper	4,8003	0,7652	15,9	4,4126	0,7065	16,0	4,5211	0,7611	16,8	3,8980	0,7819	20,1	2,6698	0,5639	21,1	18,0
FDr	6,3315	0,6282	9,9	5,9591	0,7333	12,3	6,4221	0,7118	11,1	5,2196	0,8596	16,5	3,5937	0,6812	19,0	13,8
Cir	16,5185	1,3203	8,0	14,583	1,3964	9,6	19,0247	1,5097	7,9	10,9626	1,6792	15,3	6,8840	1,8109	26,3	13,4
MedG	3268,893	-	9,4	2780,765	-	11,9	3825,237	-	9,4	1971,373	-	17,4	1137,181	-	24,8	-

Onde: PROP. = propriedades físicas e mecânicas do estudo  
n = número de observações (espécies)  
CV% = coeficiente de variação percentual  
CV% médio = coeficiente de variação percentual médio das propriedades  
MedG = média geral

Nota: A média geral (MedG) não tem validade estatística e é apresentada com o único propósito de mostrar a ordem de grandeza das médias e dos CV%'s dos grupos.

Os coeficientes de variação (CV%'s) das propriedades dentro de cada grupo foram bem inferiores quando comparados aos CV%'s das propriedades para o total das espécies (apresentados na Tabela 13). Na média, os Grupos 1, 2 e 3 apresentaram os menores e os Grupos 4 e 5 os maiores coeficientes de variação. Esses resultados revelam homogeneidade dos grupos, o que confere validade ao agrupamento realizado, pois indica que as espécies dentro dos grupos possuem propriedades físicas e mecânicas semelhantes.

#### 4.5.2.5 Importância estatística das propriedades para o agrupamento

Embora todas as propriedades utilizadas na análise multivariada sejam estatisticamente significantes (ao nível de 95%) para o agrupamento realizado, os resultados da análise discriminante, por meio do teste *Wilks Lambda* do SAS, revelaram que foram seis as propriedades portadoras das informações discriminantes mais importantes, na seguinte ordem de importância: DUtr, FEe, DUpa, DEb, TRper e CPpel. O critério de definição da ordem de importância foi o índice estatístico *Wilks Lambda*, o qual, segundo Souza et al. (1990), quanto maior for o seu valor, maior é o poder discriminante da variável. A Tabela 17 apresenta as propriedades mais importantes estatisticamente para o agrupamento das espécies.

Tabela 17. Ordem de importância estatística das propriedades para o agrupamento das espécies do estudo por meio da análise multivariada.

ORDEM DE IMPORTÂNCIA	PROPRIEDADE	<i>Wilks Lambda</i>
1	DUtr	0,05335
2	FEe	0,02901
3	DUpa	0,02068
4	DEb	0,01656
5	TRper	0,01410
6	CPpel	0,01321

Além do índice *Wilks Lambda*, é fornecido pela análise discriminante o coeficiente de correlação canônica parcial<sup>14</sup> ( $CC_{\text{parcial}}$ ) de cada propriedade em cada

<sup>14</sup> O coeficiente de correlação canônica parcial ( $CC_{\text{parcial}}$ ), que é calculado a partir dos vetores das variáveis canônicas criadas na análise multivariada, é na realidade a base para o índice *Wilks Lambda*, pois este é estabelecido em termos do quadrado das correlações canônicas (SAS Institute Inc., 1993).

etapa do procedimento estatístico, sendo que as etapas são realizadas sem a propriedade com o maior  $CC_{\text{parcial}}$  (poder discriminante) da etapa anterior. Assim, cada etapa terá diferentes valores de  $CC_{\text{parcial}}$  para as propriedades, pois estes são calculados em função das variáveis sob análise (que mudam devido à saída da variável de maior  $CC_{\text{parcial}}$ ). Para os dados das propriedades físicas e mecânicas deste estudo foram sete as etapas da análise discriminante no processamento dos dados no SAS. A Tabela 18 apresenta para cada etapa da análise discriminante os valores dos  $CC_{\text{parcial}}$  das propriedades.

Tabela 18. Coeficientes de correlação canônica parcial ( $CC_{\text{parcial}}$ ) das propriedades físicas e mecânicas em cada etapa da análise estatística discriminante.

ETAPA DA ANÁLISE DISCRIMINANTE	PROPRIEDADE	$CC_{\text{parcial}}$
1	DUtr	0,9466
2	FEe	0,4562
3	DUpa	0,2870
4	DEb	0,1992
5	TRper	0,1488
6	CPpel	0,0629
7	CTr	0,0283
7	CPpar	0,0270
7	FDr	0,0262
7	CTt	0,0206
7	Clr	0,0152
7	FEr	0,0123

Esses resultados revelam que, até a sétima etapa do procedimento estatístico da análise discriminante, as seis propriedades com os menores poderes discriminantes em ordem decrescente foram: FEr, Clr, CTt, FDr, CPpar e CTr.

A ordem geral de importância estatística das propriedades para o agrupamento das espécies não guarda qualquer relação com a hierarquia dos coeficientes de correlação médios ( $C_{\text{CORR}}$  médios) apontados na Tabela 15, significando dizer que, para a análise multivariada, os coeficientes de correlação entre as propriedades não indicam de antemão quais são aquelas que serão mais relevantes para o agrupamento resultante.

#### 4.5.2.6 Análise dos grupos quanto ao uso final das madeiras

Como já mencionado, para a análise quanto ao uso final das madeiras de cada grupo foram eleitas algumas espécies consideradas tradicionais, cujo objetivo é fornecer indicativos genéricos de usos para cada grupo como um todo. O número de espécies tradicionais dos grupos foi: quatro para o Grupo 1; seis para o Grupo 2; três para o Grupo 3; seis para o Grupo 4; e, seis para o Grupo 5. Para as espécies tradicionais foram listados seus principais usos finais obtidos na literatura<sup>15</sup>.

As Tabelas 19 a 23, apresentam as relações das espécies dos cinco grupos formados pela análise multivariada, ordenadas alfabeticamente pelos nomes usuais e respectivos códigos. A seguir são feitas as considerações quanto aos usos finais e similaridades para cada um dos grupos.

Tabela 19. Relação das espécies do Grupo 1 ordenadas alfabeticamente pelo código e nome usual.

CÓD	ESPÉCIE	CÓD	ESPÉCIE	CÓD	ESPÉCIE
Abi001	Abiu	Coa067	Coaçu	Mac134	Macucu-chiador
Abi002	Abíu-bravo	Cum075	Cumarurana	Mac135	Macucu-sangue
Abi003	Abiurana	Env083	Envira-sangue	Man139	Manité
Ang014	Angelca	Ing101	Ingá	Mat143	Matamatá
Ara030	Araçá	Ing102	Ingá-de-várzea	Mur151	Mururé
Bal039	Bálsamo	Ing103	Ingá-ferro	Pam154	Pama-amarela
Car053	Carapanaúba-amarela	Ing104	Ingá-mirim	Pam156	Pama-preta
Car054	Carapanaúba-preta	Ing105	Ingá-preta	Pin166	Pintadinho
Car055	Caripé-branco	Ing107	Ingá-vermelha	Suc183	Sucupira-preta
Car057	Caripé-vermelho	Inh109	Inharé-amarelo	Tab184	Taboarana
Cer066	Cernambi-de-índio	Jat116	Jatobá	Tat187	Tatajuba

Onde: CÓD = código da espécie utilizado neste trabalho

Quanto à densidade básica, o Grupo 1 é constituído por espécies Médias e Pesadas, predominando as Pesadas. Para esse grupo consideraram-se como espécies tradicionais as seguintes: Bálsamo (Bal039), Cumarurana (Cum075), Jatobá (Jat116) e Sucupira-preta (Suc183). Dentre essas espécies há uma relativa diversidade quanto aos usos finais. A seguir são apresentados os principais usos de cada espécie obtidos na literatura:

<sup>15</sup> O número entre parênteses após os principais usos finais das espécies tradicionais de cada grupo refere-se à literatura em que foram obtidos tais usos. O número é correspondente às bibliografias relacionadas no ANEXO C.

- Bálsamo (Bal039 - *Myroxylon balsamum* Harms.): móveis, revestimentos decorativos, painéis, peças torneadas, assoalhos e esquadrias (portas, janelas, venezianas, caixilhos, etc.) (20).
- Cumarurana (Cum075 - *Dipteryx polyphylla* (Huber) Ducke): construção pesada, dormentes, cabos de ferramentas, objetos torneados e postes (13).
- Jatobá (Jat116 - *Hymenaea courbaril* L.): construção civil, vigamentos, taboas, assoalhos e carpintaria em geral (5).
- Sucupira-preta (Suc183 - *Diploptropis purpurea* (Rich.) Amsh.): móveis de qualidade, usos decorativos, torneados e assoalhos (5).

As espécies Bal039 e Suc183 se assemelham quanto aos seus principais usos finais (móveis, usos decorativos, assoalhos, etc.), os quais são considerados "nobres", conferindo-lhes expressivo valor de mercado. As espécies Cum075 e Jat116 têm em comum utilizações para construção pesada, vigamentos, dormentes, postes, etc., portanto, se prestam melhor para usos em que o fator resistência mecânica é importante, sendo que possuem um valor intermediário de mercado.

Observando o diagrama desse grupo (Figura 42), verifica-se que as espécies Bal039 e Suc183 estão em subgrupos bastante distintos, o que se deve às diferenças existentes entre os valores de suas propriedades. As posições das espécies Cum075 e Jat116 no diagrama mostra, da mesma forma que as anteriores, que pertencem a subgrupos distintos. Curiosamente, as espécies Suc183 e Jat116 figuram, embora em ramos diferentes, lado a lado no diagrama, mostrando que suas propriedades são similares, sendo que uma situação muito parecida é verificada para Cum075 e Bal039.

Espécies como Bal039 e Suc183, cujas utilizações são mais "nobres", parecem ser minoria dentro desse grupo. Assim, de maneira genérica e baseando-se nas similaridades das madeiras tradicionais do grupo, conclui-se que o Grupo 1 é constituído, principalmente, por espécies indicadas para a construção civil pesada, em especial vigamentos, ou usos em que a resistência da madeira a esforços mecânicos deva ser alta (taboas, assoalhos, etc.).

Tabela 20. Relação das espécies do Grupo 2 ordenadas alfabeticamente pelo código e nome usual.

CÓD	ESPÉCIE	CÓD	ESPÉCIE	CÓD	ESPÉCIE
Abi004	Abiurana-abiu	Cop070	Copinho	Mui146	Muirapiranga
Abi006	Abiurana-folha-cinzenta	Env078	Envira-amarela	Mul149	Mulungu-duro
Abi008	Abiurana-vermelha	Env080	Envira-conduru	Pac153	Pacotê
Ama012	Amarelão	Far086	Farinha-sêca	Pam155	Pama-caucho
Ang017	Angelim-amargoso	Fav089	Fava-orelinha	Pau158	Pau-conserva
Ang025	Angico-amarelo	Fei090	Feijão-bravo	Pau161	Pau-marfim
Aro032	Aroeira	Gra094	Grão-de-galo	Pau163	Pau-sangue-casca-grossa
Bac034	Bacuri	Inh108	Inharé	Per165	Pereiro
Bac035	Bacuri-de-anta	Ita111	Itaúba	Piq168	Piquiarana
Bre040	Breu-branco	Jen117	Jenipapo	Suc181	Sucupira-amarela
Bre042	Breu-vermelho	Jit119	Jitó-branco	Tax190	Taxi-preto
Cab044	Cabelo-de-cutia	Jit120	Jitó-da-terra-firme	Tax191	Taxi-vermelho
Caf046	Caferana	Jit121	Jitó-preto	Vio201	Violeta
Car056	Caripé-roxo	Lar124	Laranjinha	Xix204	Xixuá
Cat059	Catuaba	Lou131	Louro-chumbo		
Cat060	Catuaba-roxa	Mac133	Maçaranduba		

Onde: CÓD = código da espécie utilizado neste trabalho

Quanto à densidade básica, o Grupo 2 é constituído por espécies Médias e Pesadas, predominando as Médias. Nesse grupo consideraram-se como espécies tradicionais as seguintes: Aroeira (Aro032), Bacuri-de-anta (Bac035), Fava-orelinha (Fav089), Itaúba (Ita111), Piquiarana (Piq168) e Sucupira-amarela (Suc181). A seguir são apresentados os principais usos de cada espécie obtidos na literatura:

- Aroeira (Aro032 - *Astronium lecointei* Ducke): construção leve, embarcações, móveis, artigos decorativos, torneados e instrumentos musicais (8).
- Bacuri-de-anta (Bac035 - *Platonia insignis* Mart.): faqueados decorativos, peças torneadas, caverna de embarcações, caibros, vigas, cruzetas e dormentes (20).
- Fava-orelinha (Fav089 - *Enterolobium schomburgkii* Benth.): móveis, faqueados decorativos, assoalhos, caibros, vigas, cruzetas e dormentes (20).
- Itaúba (Ita111 - *Mezilaurus itauba* (Meissn.) Taub.): construção civil, assoalhos, embarcações, postes e dormentes (13).

- Piquiarana (Piq168 - *Caryocar glabrum* (Aubl.) Pers. Subsp *glabrum*): construção civil, taboas, assoalhos, postes e dormentes (20).
- Sucupira-amarela (Suc181 - *Vatairea sericea* Ducke): construção leve, embarcações, móveis, artigos decorativos, torneados e brinquedos (8).

Dentre as espécies tradicionais desse grupo há basicamente dois tipos quanto aos usos finais. As espécies Aro032, Fav089 e Suc181, possuem em comum os principais usos finais como móveis, molduras, esquadrias, artigos decorativos, etc., o que lhes conferem o caráter de serem bastante valorizadas. De fato, essas espécies se destacam com relação aos seus bons aspectos visuais, além de apresentarem facilidades de usinagem. Por essas razões, o valor de mercado dessas espécies é de médio a alto. As espécies Bac035, Ita111 e Piq168, possuem em comum usos finais como construção civil, assoalhos, caibros, vigas e dormentes.

As posições das espécies eleitas tradicionais nesse grupo no diagrama (Figura 43), mostram que todas pertencem a subgrupos distintos, revelando que existem diferenças quanto às suas propriedades.

De maneira genérica e baseando-se nas similaridades das madeiras tradicionais do grupo, conclui-se que as espécies pouco conhecidas do Grupo 2 possuem bom potencial a usos mais específicos (móveis principalmente). No entanto, usos em que a resistência mecânica é importante como a construção civil, assoalhos, caibros, vigas e dormentes, são indicações mais seguras para as espécies pouco conhecidas desse grupo.

Tabela 21. Relação das espécies do Grupo 3 ordenadas alfabeticamente pelo código e nome usual.

CÓD	ESPÉCIE	CÓD	ESPÉCIE	CÓD	ESPÉCIE
Aca010	Acariquara	Ipe110	Ipê-amarelo	Pit169	Pitaíca
Baj037	Bajão	Ita112	Itaúba-preta	Qui172	Quina-quina-amarela
Cum074	Cumarú-ferro	Jac114	Jacarandá	Rox173	Roxinho
Cup076	Cupuaçu-bravo	Jut123	Jutaí	Tam185	Tamarina
Fei091	Feijãozinho	Mar140	Maraximbé-vermelho	Tax192	Taxirana
Imb100	Imbirindiba-amarela	Mui147	Muiraximbé-branco		
Ing106	Ingá-verde	Mur150	Murici		

Onde: CÓD = código da espécie utilizado neste trabalho

Quanto à densidade básica, o Grupo 3 é constituído por espécies Pesadas e Muito Pesadas, contendo todas as espécies Muito Pesadas do estudo. Não há predominância de espécies quanto à classe de densidade básica. Nesse grupo consideraram-se como espécies tradicionais as seguintes: Acariquara (Aca010), Cumaru-ferro (Cum074) e Ipê-amarelo (Ipe110). A seguir são apresentados, para o Grupo 3, os principais usos de cada uma das espécies obtidos na literatura:

- Acariquara (Aca010 - *Minquartia guianensis* Aubl.): madeira de alta durabilidade natural é indicada para postes, mourões, estacas e trapiches (20).
- Cumaru-ferro (Cum074 - *Dipteryx odorata* (Aubl.) Willd): construção pesada, embarcações e torneados (8).
- Ipê-amarelo (Ipe110 - *Tabebuia serratifolia* (Vahl.) Nichols.): construção pesada, assoalhos, dormentes, faqueados decorativos, móveis especiais e postes (13).

Dentre as espécies consideradas tradicionais, Aca010 e Cum074 apresentam as maiores similaridades, sendo que a primeira destaca-se por sua alta durabilidade natural, sendo indicada para usos em ambientes com alto grau de deterioração (por exemplo, em contato com o solo e água marinha). A espécie Ipe110 difere dessas duas espécies por possuir usos finais que incluem móveis e assoalhos, portanto, possui usos um pouco mais “nobres”, sendo superior o seu valor de mercado em relação às primeiras. O valor de mercado dessas espécies é de médio a alto. O uso mais corrente verificado para as três espécies é para construção pesada, mostrando que são madeiras de alta resistência a esforços mecânicos.

As posições dessas espécies no diagrama (Figura 44) mostram que as três estão em subgrupos diferentes, revelando diferenças entre suas propriedades.

De maneira genérica e baseando-se nas similaridades das madeiras tradicionais do grupo, conclui-se que o Grupo 3 é constituído na maior parte por espécies indicadas para usos em que a resistência mecânica deve ser muito alta (construção civil pesada, dormentes, etc.) e também, de maneira menos segura, indicadas quando o uso requer boa durabilidade natural, já que, como regra geral, existe uma relação diretamente proporcional entre a durabilidade natural da madeira e sua massa específica.

Tabela 22. Relação das espécies do Grupo 4 ordenadas alfabeticamente pelo código e nome usual.

CÓD	ESPÉCIE	CÓD	ESPÉCIE	CÓD	ESPÉCIE
Abi007	Abiurana-preta	Ced064	Cedro-branco	Man138	Manga-de-anta
Ama011	Amapá	Cer065	Cerejeira	Mar141	Marfim-fedorento
And013	Andiroba	Cum073	Cumarú-cetim	Mor145	Morototó
Ang016	Angelim	Env079	Envira-cajú	Pau157	Pau-brasil
Ang018	Angelim-branco	Env084	Envira-vassourinha	Pau159	Pau-d'arco-branco
Ang019	Angelim-da-mata	Esp085	Espinheiro-preto	Piq167	Piqui
Ang023	Angelim-saião	Fav087	Fava-amarela	Qua171	Quaruba
Ang024	Angico	Fav088	Fava-bolacha	Sap177	Sapota
Ara031	Arapari	Gua096	Guariúba	Sor180	Sôrva
Ata033	Ata	Joa122	João-mole	Tau188	Tauari
Baj038	Bajinha	Lim125	Limãozinho	Ucu197	Ucuuba-branca
Bre041	Breu-manga	Lou126	Louro	Ucu198	Ucuuba-preta
Caf045	Café-bravo	Lou127	Louro-abacate	Xix202	Xixá
Cam050	Cambará	Lou129	Louro-aritu	Xix203	Xixá-casca-dura
Cas058	Castanheira	Lou130	Louro-bosta		
Ced062	Cedrinho	Lou132	Louro-preto		

Onde: CÓD = código da espécie utilizado neste trabalho

Quanto à densidade básica, o Grupo 4 é constituído por espécies Leves, Médias e uma espécie (Cumarú-cetim - Cum073) classificada como Pesada. As madeiras Médias são predominantes nesse grupo. Nesse grupo consideraram-se como espécies tradicionais as seguintes: Andiroba (And013), Angelim-da-mata (Ang019), Cedro-branco (Ced064), Cerejeira (Cer065), Guariúba (Gua096) e Morototó (Mor145). A seguir são apresentados os principais usos de cada espécie obtidos na literatura:

- Andiroba (And013 - *Carapa guianensis* Aubl.): painéis, móveis, rodapés, molduras e esquadrias (20).
- Angelim-da-mata (Ang019 - *Hymenolobium excelsum* Ducke): painéis, marcenaria e acabamento, assoalhos, divisórias, móveis, cabos e objetos torneados (13).
- Cedro-branco (Ced064 - *Cedrela fissilis* Ducke): móveis finos, faqueados decorativos, molduras, instrumentos musicais, esquadrias, rodapés e lambris (20).

- Cerejeira (Cer065 - *Torresea acreana* Ducke): móveis de luxo, faqueados decorativos, acabamentos internos e lambris (20).
- Guariúba (Gua096 - *Clarisia racemosa* Ruiz et Pav.): construção leve, embarcações, torneados, instrumentos musicais, caixotaria e engradados (8).
- Morototó (Mor145 - *Didymopanax morototoni* Dcne et Planch.): construção leve, chapas aglomeradas, caixotaria e engradados (8).

As espécies tradicionais desse grupo são relativamente similares quanto aos principais usos finais. As espécies And013, Ang019, Ced064 e Cer065 possuem em comum usos finais como móveis, painéis, lambris, usos decorativos, esquadrias, etc., sendo que Ced064 e Cer065 se destacam por serem indicadas para usos um pouco mais “nobres” que as primeiras (em especial móveis finos ou de luxo), o que lhes confere, comparado com as outras duas, um valor de mercado superior. Já as espécies Gua096 e Mor145, possuem em comum usos como construção leve, caixotaria e engradados, porém, Gua096 possui usos mais importantes como torneados, instrumentos musicais, etc. O valor de mercado da maior parte das espécies tradicionais desse grupo é de médio a alto.

O diagrama deste grupo (Figura 45) mostra proximidade das espécies And013, Gua096 e Ang019. Da mesma forma, as espécies Ced064, Cer065 e Mor145, estão próximas umas das outras, sendo a maior proximidade e semelhança das propriedades entre Ced064 e Cer065. No entanto, todas elas posicionam-se em ramos distintos, demonstrando que suas propriedades são diferentes.

De maneira genérica e baseando-se nas similaridades das madeiras tradicionais do grupo, conclui-se que o Grupo 4 é constituído por espécies indicadas principalmente para usos nos quais o fator resistência mecânica é medianamente importante.

Tabela 23. Relação das espécies do Grupo 5 ordenadas alfabeticamente pelo código e nome usual.

CÓD	ESPÉCIE	CÓD	ESPÉCIE	CÓD	ESPÉCIE
Aca009	Açacu	Gam092	Gameleira	Sam174	Samaúma
Apu026	Apuí	Imb097	Imbaúba	Sam175	Samaúma-barriguda
Apu027	Apuí-amarelo	Imb098	Imbaúba-branca	Sam176	Samaúma-preta
Apu028	Apuí-branco	Imb099	Imbaúba-gigante	Ser178	Seringarana
Apu029	Apuí-preto	Jar115	Jaracatiá	Ser179	Seringueira
Bur043	Burra-leiteira	Jeq118	Jequitibá	Tap186	Taperebá
Caj048	Cajuí	Lou128	Louro-amarelo	Tax189	Taxi-branco
Can051	Canafístula	Mal136	Malva-branca	Tim193	Timbaúba
Cau061	Caucho	Mal137	Malva-pente-de-macaco	Tor194	Torém
Ced063	Cedro	Mar142	Marupá	Tor195	Torém-de-lixá
Cop068	Copaiba	Mog144	Mogno	Tor196	Torém-imbaúba
Cop069	Copaiba-branca	Mul148	Mulungu	Ucu199	Ucuuba-punã
Cor071	Corrimboque	Mut152	Mutamba	Vel200	Vela-branca
Cor072	Corrimboque-duro	Pau162	Pau-sangue		
Emb077	Embiratanha	Pen164	Pente-de-macaco		

Onde: CÓD = código da espécie utilizado neste trabalho

Quanto à densidade básica, o Grupo 5 é constituído por espécies Leves e Muito Leves, contendo todas as espécies Muito Leves do estudo. Há ligeira predominância das espécies Leves. Nesse grupo consideraram-se como espécies tradicionais as seguintes: Açacu (Aca009), Cajuí (Caj048), Cedro (Ced063), Copaiba (Cop068), Mogno (Mog144) e Samaúma (Sam174). A seguir são apresentados os principais usos de cada espécie obtidos na literatura:

- Açacu (Aca009 - *Hura crepitans* L.): caixotaria, brinquedos, artefatos de madeira e chapas aglomeradas (20).
- Cajuí (Caj048 - *Anacardium giganteum* Hancock.): caixotaria, engradados e paletes (13).
- Cedro (Ced063 - *Cedrela odorata* L.): essa madeira classifica-se como uma das que possui maior diversificação de usos, sendo indicada para móveis finos, faqueados decorativos, molduras, instrumentos musicais, esquadrias, rodapés, lambris e forros (20).

- Copaíba (Cop068 - *Copaifera multijuga* Hayne): construção civil (vigas e caibros), objetos torneados, cabos de ferramenta, móveis comuns, compensados e miolos de painéis (20).
- Mogno (Mog144 - *Swietenia macrophylla* King.): é uma das mais importantes madeiras brasileiras e é indicada para móveis de luxo, lambris, painéis, molduras, esquadrias, decorações interiores de navios e instrumentos musicais (20).
- Samaúma (Sam174 - *Ceiba pentandra* (L.) Gaertn.): caixotaria, brinquedos, miolos de painéis, aeromodelismo, e como isolante acústico e térmico (20).

Dentre essas espécies há uma grande diversidade dos principais usos finais. As espécies Aca009, Caj048 e Sam174 são indicadas basicamente a usos como caixotaria, brinquedos, miolos de painéis, paletes, etc. As espécies Ced063 e Mog144 são indicadas principalmente para móveis finos ou de luxo, artigos decorativos, molduras, esquadrias, etc. A espécie Cop068 é indicada para construção civil, móveis comuns, compensados, etc. Quanto ao valor de mercado, esse grupo apresenta, sem dúvida, os maiores contrastes, pois enquanto Aca009 e Sam174, por exemplo, são de baixo valor de mercado, Mog144 e Ced063 são de alto valor, sobretudo o Mogno que é umas das madeiras brasileiras mais cobiçadas no mundo.

O diagrama deste grupo (Figura 46) mostra que as espécies Ced063 e Mog144 estão em um mesmo subgrupo, o qual contém apenas mais duas espécies (Tim193 e Pen164). As espécies Aca009, Caj048, Cop068 e Sam174 estão em subgrupos distintos, sendo que esta última é a mais distante. Portanto, as maiores similaridades das propriedades físicas e mecânicas são entre Ced063 e Mog144.

De maneira genérica e baseando-se nas similaridades das madeiras tradicionais do grupo, conclui-se que o Grupo 5 é constituído na maior parte por espécies indicadas para usos leves (caixotaria, miolos de painéis, brinquedos, etc.), em que aspectos como resistência mecânica e durabilidade natural (as madeiras de baixa massa específica, em geral, possuem baixa durabilidade natural) não são importantes.

A Tabela 24 a seguir traz uma síntese das principais indicações de usos finais e valor de mercado das espécies observadas aos grupos.

Tabela 24. Quadro resumo das principais indicações de usos finais e valor de mercado dos grupos de espécies formados pela análise multivariada pelo conjunto das propriedades físicas e mecânicas.

GRUPO DE ESPÉCIES	PRINCIPAIS INDICAÇÕES DE USOS FINAIS *	VALOR DE MERCADO **
Grupo 1	Usos em que a resistência mecânica da madeira deve ser alta: construção civil pesada (em especial vigamentos), taboas, assoalhos, etc.	Médio
Grupo 2	Usos em que a resistência mecânica da madeira deve ser de mediana a alta: construção civil leve (peças secundárias de coberturas, caixilharia, etc.), e, em segundo plano, móveis comuns.	Médio
Grupo 3	Usos em que a resistência mecânica da madeira deve ser muito alta: construção civil pesada, dormentes, etc.; e, em segundo plano, quando o uso requer boa durabilidade natural.	Médio a alto
Grupo 4	Usos em que a resistência mecânica da madeira e a durabilidade natural são medianamente importantes: construções leves, móveis comuns, chapas aglomeradas, etc.	Médio
Grupo 5	Usos em que a resistência mecânica da madeira e a durabilidade natural não são importantes: caixotaria, miolos de painéis, brinquedos, etc.	Baixo

Onde: \* as informações são inferências feitas com base nas similaridades das espécies dos grupos com as espécies eleitas tradicionais em cada grupo.  
 \*\* a classificação em baixo, médio e alto foi estabelecida livremente e tem o objetivo de atribuir uma noção do valor de mercado das espécies.

#### 4.5.2.7 Índice de Importância da Espécie (IND) dos grupos

A Tabela 25 apresenta a distribuição dos grupos de acordo com o número de espécies, IND total e importância relativa percentual.

O IND total refere-se à soma dos valores dos IND's das espécies de cada grupo, em percentual. A importância relativa percentual (IR%) reflete a média ponderada do IND total de cada grupo tendo em conta o número de espécies em cada grupo. O IR% é calculado pela média simples entre o percentual relativo ao número de espécies de cada grupo em relação ao número total de espécies do estudo (187), com o percentual relativo ao IND total de cada grupo.

Tabela 25. Distribuição dos grupos das espécies formados pela análise multivariada de acordo com o número de espécies, IND total e importância relativa percentual.

GRUPO	ESPÉCIES	%	IND TOTAL	%	IR%
1	33	17,6	9,918	10,4	14,0
2	46	24,6	16,318	17,1	20,8
3	19	10,2	13,245	13,8	12,0
4	46	24,6	37,761	39,4	32,0
5	43	23,0	18,510	19,3	21,2
TOTAL	187	100,0	95,752 *	100,0	100,0

Onde: IND TOTAL = índice de importância total das espécies do grupo ( $IND_{\text{espécies do grupo}}$ )  
 IR% = importância relativa percentual ( $(\% \text{espécies} + \% \text{IND total}) \cdot 2^{-1}$ )  
 \* valor referente às 187 espécies do estudo de agrupamentos, sendo que a diferença para 100%, ou seja, 4,248%, se deve à ausência das espécies desconhecidas, das não identificadas botanicamente e das não encontradas na literatura.

O Grupo 4 foi o que apresentou o maior e o Grupo 3 o menor IR% entre os grupos. Os Grupos 2 e 5 mostraram-se equilibrados e o Grupo 1 revelou o menor valor com relação a esse índice. No caso do Grupo 4, o valor mais elevado do IR% é atribuído à presença da espécie Castanheira (Cas058), cujo IND de 14,733% foi disparado o maior entre todas as espécies do estudo.

Para cada um dos grupos, as 10 espécies que mais se destacaram com relação ao IND foram:

Grupo 1: Abú (Abi001) 1,555%; Manité (Man139) 1,200%; Pama-preta (Pam156) 1,168%; Cernambi-de-índio (Cer066) 0,978%; Carapanaúba-amarela (Car053) 0,774%; Ingá-vermelha (Ing107) 0,664%; Taboarana (Tab184) 0,615%; Pama-amarela (Pam154) 0,424%; Abiurana (Abi003) 0,320%; e, Matamatá (Mat143) 0,288%.

Grupo 2: Breu-vermelho (Bre042) 3,130%; Catuaba (Cat059) 1,769%; Taxi-preto (Tax190) 1,251%; Violeta (Vio201) 1,102%; Maçaranduba (Mac133) 1,006%; Jitô-branco (Jit119) 0,950%; Amarelão (Ama012) 0,771%; Aroeira (Aro032) 0,689%; Angico-amarelo (Ang025) 0,672%; e, Angelim-amargoso (Ang017) 0,656%.

Grupo 3: Cumaru-ferro (Cum074) 3,743%; Ipê-amarelo (Ipe110) 2,090%; Jutáí (Jut123) 2,002%; Cupuaçu-bravo (Cup076) 1,755%; Roxinho (Rox173) 1,054%; Imbirindiba-amarela (Imb100) 1,017%; Tamarina (Tam185) 0,807%; Acariquara (Aca010) 0,148%; Pitaíca (Pit169) 0,140%; e, Taxirana (Tax192) 0,132%.

Grupo 4: Castanheira (Cas058) 14,733%; Tauari (Tau188) 5,382%; Cumaru-cetim (Cum073) 4,312%; Cambará (Cam050) 1,751%; Xixá (Xix202) 1,471%; Angico (Ang024) 1,459%; Guariúba (Gua096) 1,286%; Espinheiro-preto (Esp085) 1,114%; Angelim (Ang016) 1,071%; e, Piqui (Piq167) 0,933%.

Grupo 5: Seringueira (Ser179) 4,133%; Samaúma (Sam174) 2,307%; Caucho (Cau061) 1,745%; Copaíba (Cop068) 1,499%; Jequitibá (Jeq118) 1,339%; Apuí (Apu026) 1,056%; Marupá (Mar142) 1,031%; Samaúma-preta (Sam176) 0,602%; Pau-sangue (Pau162) 0,544%; e, Cedro (Ced063) 0,520%.

A análise dos IND's das espécies é parte indispensável ao planejamento em se pensando no manejo florestal. Em geral, baseando-se nesse índice, verificou-se que todos os grupos possuem espécies com bom potencial para o manejo. Não houve concentrações de espécies com valores dos IND's altos ou baixos em qualquer um dos grupos, o que demonstra que há, na área do estudo, espécies aptas e em quantidades suficientes para todos os tipos de usos apontados para os grupos.

#### 4.5.3 Agrupamentos considerando apenas as principais propriedades físicas e mecânicas para diferentes usos finais

Por meio da análise multivariada, processada no programa SAS, realizou-se agrupamentos considerando apenas as principais propriedades para os seguintes usos finais: a) Construção pesada (vigamentos, colunas, etc.); b) Construção leve (peças de cobertura, caibros, etc.); c) Móveis; d) Assoalhos; e, e) Postes e dormentes.

Como já mencionado, o critério utilizado para a seleção das espécies mais apropriadas aos diferentes usos finais foi o de "robustez", ou seja, entre os grupos formados pela análise multivariada para cada uso final, foram selecionados



Grupo secundário: Abiu (Abi001); Abiu-bravo (Abi002); Abiurana (Abi003); Acariquara (Aca010); Angico-amarelo (Ang025); Araçá (Ara030); Bacuri-de-anta (Bac035); Bajão (Baj037); Bálsamo (Bal039); Carapanaúba-amarela (Car053); Carapanaúba-preta (Car054); Caripé-branco (Car055); Caripé-vermelho (Car057); Coaçu (Coa067); Cumarurana (Cum075); Envira-sangue (Env083); Fava-orelhinha (Fav089); Feijãozinho (Fei091); Ingá (Ing101); Ingá-de-várzea (Ing102); Ingá-ferro (Ing103); Ingá-mirim (Ing104); Ingá-preta (Ing105); Ingá-vermelha (Ing107); Inharé (Inh108); Itaúba (Ita111); Jutai (Jut123); Louro-chumbo (Lou131); Macucu-chiador (Mac134); Macucu-sangue (Mac135); Maraximbé-vermelho (Mar140); Muiraximbé-branco (Mui147); Murici (Mur150); Pama-amarela (Pam154); Pama-preta (Pam156); Pau-conserva (Pau158); Pintadinho (Pin166); Sucupira-preta (Suc183); Tabaarana (Tab184); Tatajuba (Tat187); e, Taxirana (Tax192).

A Figura 48 apresenta o diagrama em forma de “copa de árvore invertida”, fornecido pelo programa SAS, para o uso final “construção leve”.

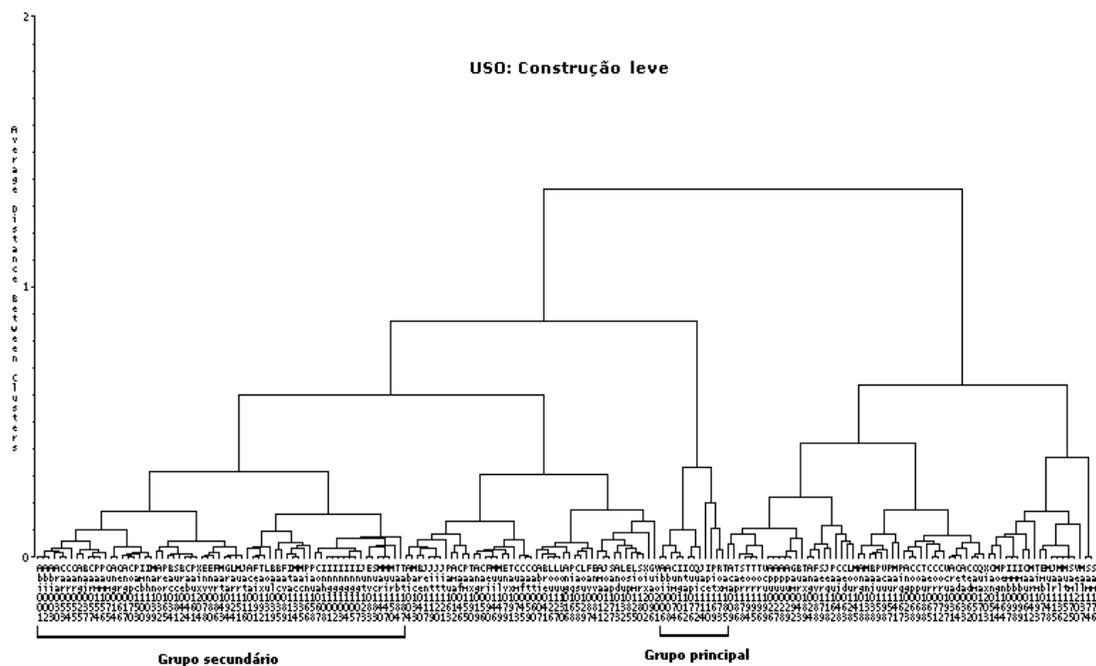


Figura 48 - Diagrama formado pela combinação das principais propriedades físicas e mecânicas para o uso final “construção leve”.

No agrupamento para “construção leve”, em que foram utilizadas as propriedades FEr e  $1.CTV^{-1}$  (contração volumétrica inversa), foram selecionadas 12 espécies pertencentes ao Grupo Principal (primeiras em “robustez”) e 65 espécies pertencentes ao Grupo Secundário (segundas em “robustez”). As espécies do Grupo Principal foram coincidentes com as do uso “construção pesada”, o que é atribuído ao critério de “robustez” utilizado e, presumivelmente, ao maior poder discriminante de FEr em relação às outras propriedades (CIr e  $1.CTV^{-1}$ ) presentes nos dois agrupamentos. São listadas a seguir tais espécies:

Grupo principal: Abiurana-folha-cinzenta (Abi006); Abiurana-vermelha (Abi008); Cumaru-ferro (Cum074); Cupuaçu-bravo (Cup076); Ingá-verde (Ing106); Ipê-amarelo (Ipe110); Itaúba-preta (Ita112); Jacarandá (Jac114); Pitaíca (Pit169); Quina-quina-amarela (Qui172); Roxinho (Rox173); e, Tamarina (Tam185).

Grupo secundário: Abíu (Abi001); Abíu-bravo (Abi002); Abiurana (Abi003); Acariquara (Aca010); Angelca (Ang014); Angelim-amargoso (Ang017); Angico-amarelo (Ang025); Araçá (Ara030); Aroeira (Aro032); Bacuri (Bac034); Bacuri-de-anta (Bac035); Bajão (Baj037); Bálsamo (Bal039); Breu-vermelho (Bre042); Cabelo-de-cutia (Cab044); Carapanaúba-amarela (Car053); Carapanaúba-preta (Car054); Caripé-branco (Car055); Caripé-vermelho (Car057); Cernambi-de-índio (Cer066); Coaçu (Coa067); Copinho (Cop070); Cumarurana (Cum075); Envira-amarela (Env078); Envira-conduru (Env080); Envira-sangue (Env083); Farinha-sêca (Far086); Fava-orelinha (Fav089); Feijãozinho (Fei091); Grão-de-galo (Gra094); Imbirindiba-amarela (Imb100); Ingá (Ing101); Ingá-de-várzea (Ing102); Ingá-ferro (Ing103); Ingá-mirim (Ing104); Ingá-preta (Ing105); Ingá-vermelha (Ing107); Inharé (Inh108); Inharé-amarelo (Inh109); Itaúba (Ita111); Jatobá (Jat116); Jutaí (Jut123); Laranjinha (Lar124); Louro-chumbo (Lou131); Macucu-chiador (Mac134); Macucu-sangue (Mac135); Manité (Man139); Maraximbé-vermelho (Mar140); Matamatá (Mat143); Muiraximbé-branco (Mui147); Murici (Mur150); Mururé (Mur151); Pacote (Pac153); Pama-amarela (Pam154); Pama-preta (Pam156); Pau-conserva (Pau158); Pau-marfim (Pau161); Pereiro (Per165); Pintadinho (Pin166); Sucupira-amarela (Suc181); Sucupira-preta (Suc183); Taboarana (Tab184); Tatajuba (Tat187); Taxirana (Tax192); e, Xixuá (Xix204).

A Figura 49 apresenta o diagrama em forma de “copa de árvore invertida”, fornecido pelo programa SAS, para o uso final “móveis”.

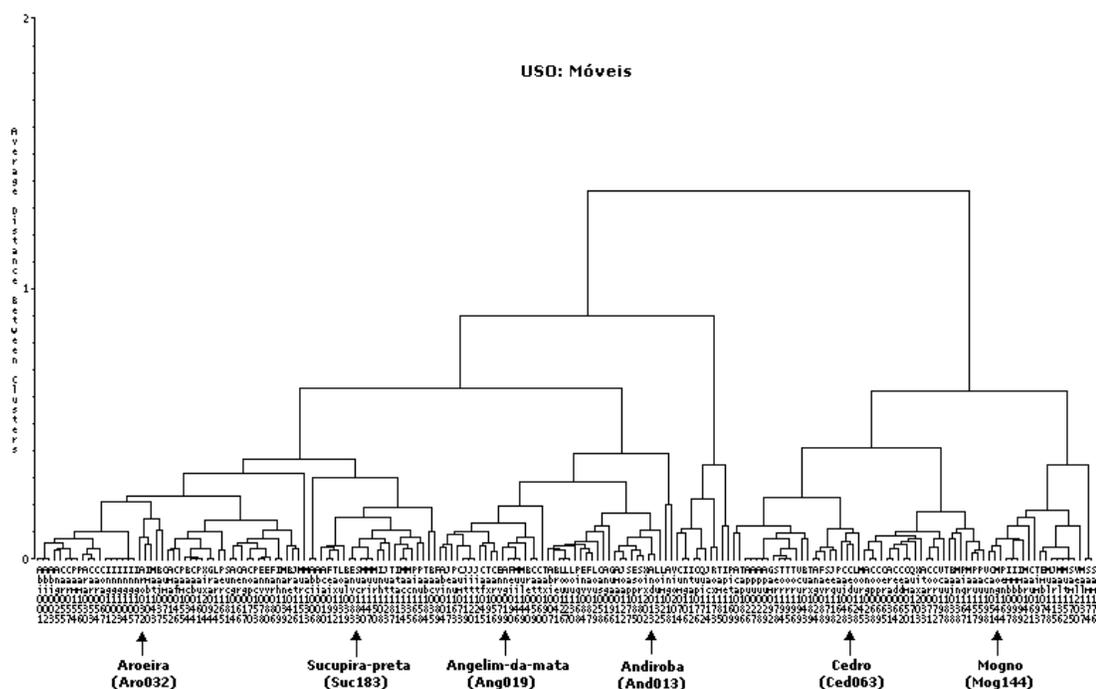


Figura 49 - Diagrama formado pela combinação das principais propriedades físicas e mecânicas para o uso final “móveis”.

No agrupamento para “móveis”, em que foram utilizadas as propriedades FEr, CPar, FDr e  $1.CTV^{-1}$  (contração volumétrica inversa), não foi possível identificar grupos capazes de representar espécies para esse uso final, pois o diagrama mostra que em praticamente todos os grupos formados existem espécies indicadas para confecção de móveis. Esse resultado demonstra que as propriedades requeridas para a seleção de espécies para “móveis” não se limitam às físicas e mecânicas. Provavelmente, se tivessem sido incluídas outras propriedades (trabalhabilidade, propriedades de colagem, acabamento, fixação de pregos, cor, etc.) haveria maior eficácia no agrupamento realizado.

A Figura 50 apresenta o diagrama em forma de “copa de árvore invertida”, fornecido pelo programa SAS, para o uso final “assoalhos”.

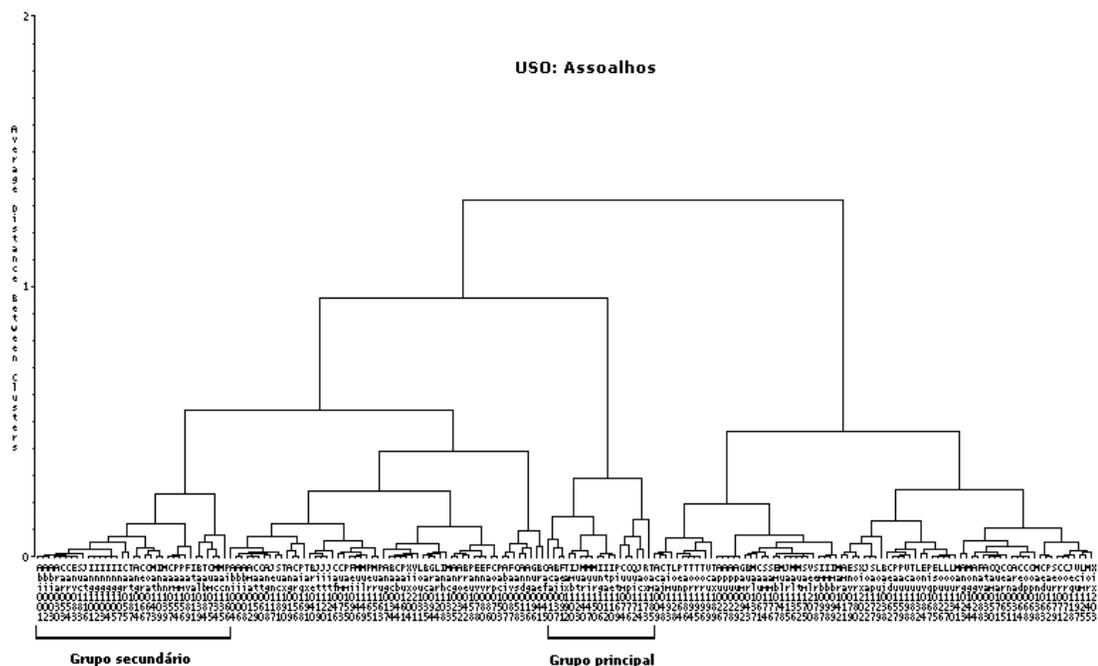


Figura 50 - Diagrama formado pela combinação das principais propriedades físicas e mecânicas para o uso final “assoalhos”.

No agrupamento para “assoalhos”, em que foram utilizadas as propriedades FEr, DUtr, FDr e  $1.CTV^{-1}$  (contração volumétrica inversa), foram selecionadas 19 espécies pertencentes ao Grupo Principal (primeiras em “robustez”) e 34 espécies pertencentes ao Grupo Secundário (segundas em “robustez”). São listadas a seguir tais espécies:

Grupo principal: Acariquara (Aca010); Bajão (Baj037); Cumaru-ferro (Cum074); Cupuaçu-bravo (Cup076); Feijãozinho (Fei091); Imbirindiba-amarela (Imb100); Ingá-verde (Ing106); Ipê-amarelo (Ipe110); Itaúba-preta (Ita112); Jacarandá (Jac114); Jutai (Jut123); Maraximbé-vermelho (Mar140); Muiraximbé-branco (Mui147); Murici (Mur150); Pitaíca (Pit169); Quina-quina-amarela (Qui172); Roxinho (Rox173); Tamarina (Tam185); e, Taxirana (Tax192).

Grupo secundário: Abiu (Abi001); Abiu-bravo (Abi002); Abiurana (Abi003); Angelca (Ang014); Araçá (Ara030); Bálsamo (Bal039); Carapanaúba-amarela (Car053); Carapanaúba-preta (Car054); Caripé-branco (Car055); Caripé-vermelho

(Car057); Cernambi-de-índio (Cer066); Coaçu (Coa067); Cumarurana (Cum075); Envira-sangue (Env083); Fava-orelinha (Fav089); Ingá (Ing101); Ingá-de-várzea (Ing102); Ingá-ferro (Ing103); Ingá-mirim (Ing104); Ingá-preta (Ing105); Ingá-vermelha (Ing107); Inharé-amarelo (Inh109); Itaúba (Ita111); Jatobá (Jat116); Macucu-chiador (Mac134); Macucu-sangue (Mac135); Manitê (Man139); Matamatá (Mat143); Pama-amarela (Pam154); Pama-preta (Pam156); Pintadinho (Pin166); Sucupira-preta (Suc183); Taboarana (Tab184); e, Tatajuba (Tat187).

A Figura 51 apresenta o diagrama em forma de “copa de árvore invertida”, fornecido pelo programa SAS, para os usos finais “postes e dormentes”.

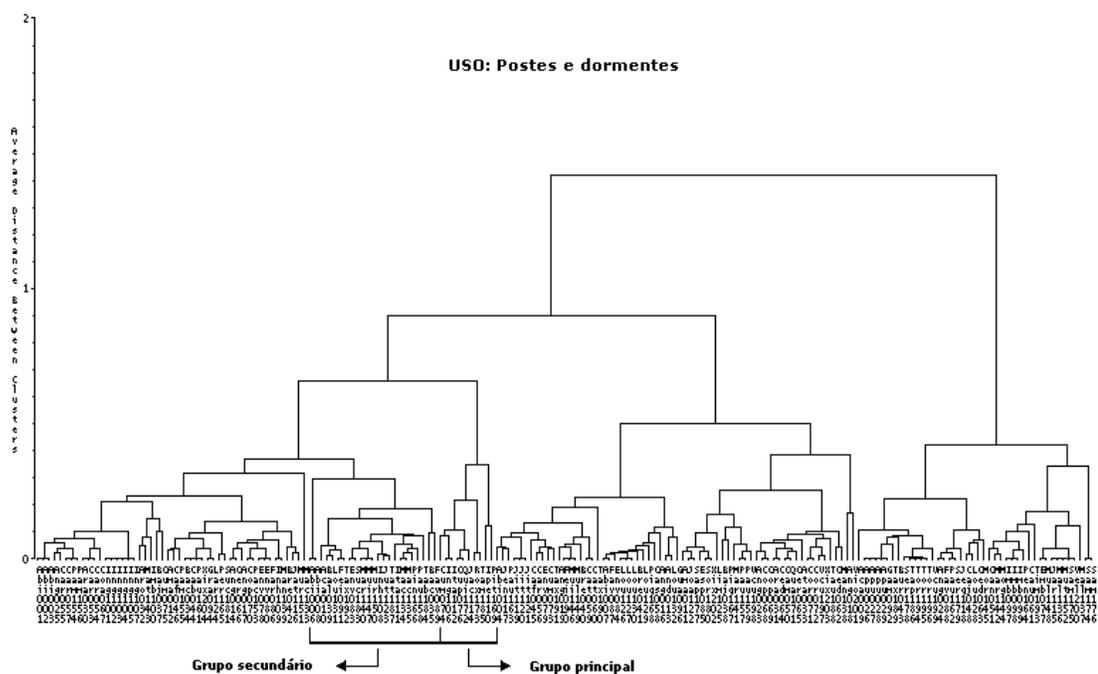


Figura 51 - Diagrama formado pela combinação das principais propriedades físicas e mecânicas para os usos finais “postes e dormentes”.

No agrupamento para “postes e dormentes”, em que foram utilizadas as propriedades FEr e CPar, foram selecionadas 10 espécies pertencentes ao Grupo Principal (primeiras em “robustez”) e 23 espécies pertencentes ao Grupo Secundário (segundas em “robustez”). São listadas a seguir tais espécies:

Grupo principal: Cumaru-ferro (Cum074); Cupuaçu-bravo (Cup076); Ingá-verde (Ing106); Ipê-amarelo (Ipe110); Itaúba-preta (Ita112); Jacarandá (Jac114); Pitaíca (Pit169); Quina-quina-amarela (Qui172); Roxinho (Rox173); e, Tamarina (Tam185).

Grupo secundário: Abiurana-folha-cinzenta (Abi006); Abiurana-vermelha (Abi008); Acariquara (Aca010); Bacuri-de-anta (Bac035); Bálsamo (Bal039); Envira-sangue (Env083); Fava-orelhinha (Fav089); Feijãozinho (Fei091); Inharé (Inh108); Itaúba (Ita111); Jutai (Jut123); Louro-chumbo (Lou131); Macucu-chiador (Mac134); Macucu-sangue (Mac135); Maraximbé-vermelho (Mar140); Muiraximbé-branco (Mui147); Murici (Mur150); Pau-conserva (Pau158); Pintadinho (Pin166); Sucupira-preta (Suc183); Taboarana (Tab184); Tatajuba (Tat187); e, Taxirana (Tax192).

#### 4.5.4 Considerações sobre o agrupamento pelo conjunto das propriedades do estudo e o agrupamento pela densidade básica

De encontro com o objetivo de classificar, ou agrupar, as madeiras pela densidade básica (DEb), ou seja, prestar-se como um referencial aos outros agrupamentos, especialmente para o que considerou o conjunto das propriedades físicas e mecânicas do estudo, são apresentadas a seguir algumas considerações sobre esses dois agrupamentos.

De maneira geral, os grupos formados pelo conjunto das propriedades foram homogêneos em relação às DEb's das espécies que os compõem. O CV% dos grupos variou de um mínimo de 4,9 (Grupo 3) a um máximo de 18,8 (Grupo 5) (ver Tabela 16).

As espécies do Grupo 1, que apresentou, entre os cinco grupos a segunda maior média de DEb, variaram de um mínimo de 0,67 g.cm<sup>3</sup> (Ing101, Ing102, Ing103, Ing104, Ing105, Ing107 e Mur151) a um máximo de 0,83 g.cm<sup>3</sup> (Cum075), sendo que o CV% foi 6,7.

As espécies do Grupo 2, que apresentou a terceira maior média de DEb, variaram de um mínimo de 0,57 g.cm<sup>3</sup> (Tax190) a um máximo de 0,84 g.cm<sup>3</sup> (Fav089), sendo que o CV% foi 7,4.

As espécies do Grupo 3, que apresentou a primeira maior média de DEb, variaram de um mínimo de  $0,80 \text{ g.cm}^3$  (Imb100) a um máximo de  $0,97 \text{ g.cm}^3$  (Pit169), sendo que o CV% foi 4,9.

As espécies do Grupo 4, que apresentou a quarta maior média de DEb, variaram de um mínimo de  $0,41 \text{ g.cm}^3$  (Mor145) a um máximo de  $0,75 \text{ g.cm}^3$  (Cum073), sendo que o CV% foi 12,8.

Por fim, as espécies do Grupo 5, que apresentou a menor média de DEb, variaram de um mínimo de  $0,27 \text{ g.cm}^3$  (Mal137) a um máximo de  $0,52 \text{ g.cm}^3$  (Lou128), sendo que o CV% foi 18,8.

A Figura 52 apresenta a frequência (absoluta e percentual) das espécies em cada grupo pelas classes de DEb.

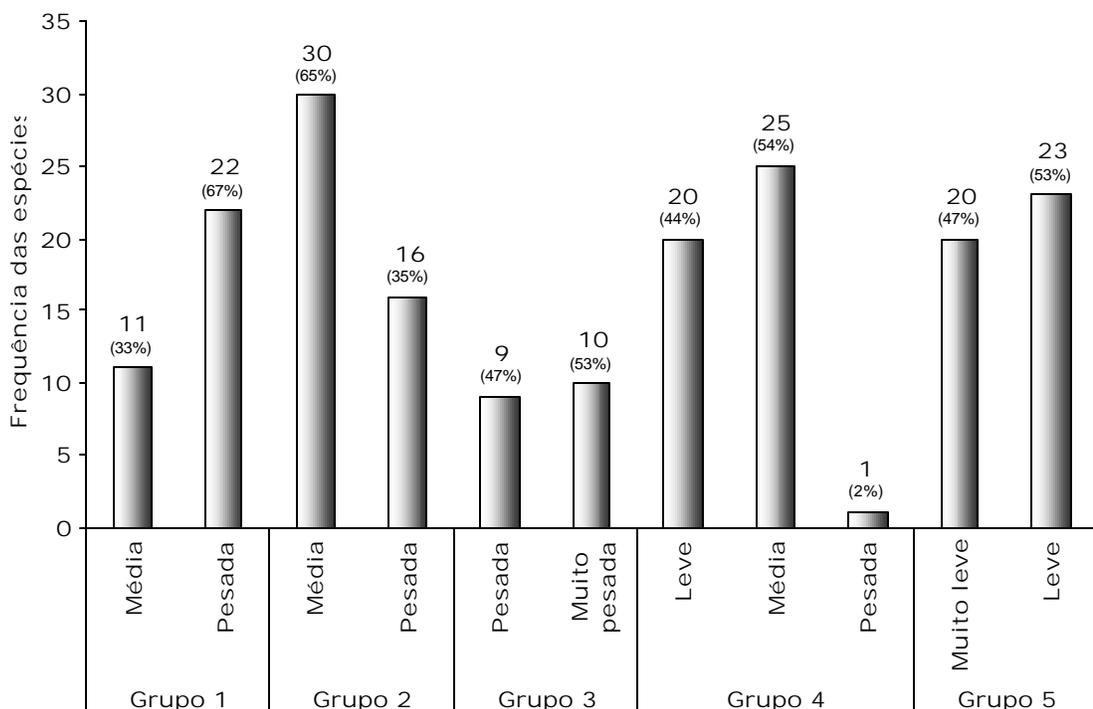


Figura 52 - Distribuição da frequência das espécies em cada grupo, de acordo com a classe de DEb.

Nos grupos ocorreram espécies de apenas duas classes de DEb, exceto o Grupo 4, onde ocorreram espécies de três classes de DEb, sendo uma classe representada por apenas uma espécie (Cumaru-cetim - Cum073). Nos Grupos 3 e 5 houve um certo equilíbrio em relação às frequências das espécies por classe de DEb.

Nos Grupos 1, 2 e 4 prevaleceram, respectivamente, as espécies da classe Pesada (67%), as espécies da classe Média (65%) e as espécies da classe Média (54%). Todas as espécies das classes extremas (Muito Leve e Muito Pesada), foram reunidas somente em um grupo, sendo o Grupo 5 para a primeira e Grupo 3 para a segunda classe. Já as outras classes de DEb, ou seja, Leve, Média e Pesada, foram distribuídas em 2, 3 e 4 grupos, sendo os grupos 4 e 5 para as espécies da Leve, os grupos 1, 2 e 4 para as da Média, e os grupos 1, 2, 3 e 4 para as da Pesada.

A Figura 53 traz a representação gráfica da distribuição das espécies do estudo de acordo com a densidade básica (DEb), e na ordem com que foram distribuídas no diagrama fornecido pela análise multivariada.

Ao observar o gráfico da Figura 53, percebe-se que cada grupo localiza-se em um nível diferente de DEb, exceto os Grupos 1 e 2 onde se verifica que boa parte das espécies está no mesmo nível de DEb. A distribuição dos grupos por DEb confirma o *ranking* em relação à grandeza das médias dessa propriedade.

Além dos Grupos 1 e 2, é perceptível no gráfico uma sobreposição de espécies com DEb próximas em outros grupos, é o caso, por exemplo, de parte das espécies do Grupo 3 em relação às espécies dos Grupos 1 e 2, que estão na faixa de 0,75-0,80 g.cm<sup>3</sup>, e parte do Grupo 4, em relação aos Grupos 2 e 5, que estão na faixa de 0,65-0,55 g.cm<sup>3</sup> e de 0,40-0,50 g.cm<sup>3</sup>.

Com relação a um eventual confronto entre o agrupamento por DEb e os outros agrupamentos, ou seja, pelo conjunto das propriedades e pelas propriedades específicas aos usos finais, conclui-se não ser possível dada à natureza destes agrupamentos, pois, enquanto o primeiro envolve apenas uma informação numérica, os outros trazem em si o envolvimento de várias informações desse gênero. Entretanto, verificou-se que existem fortes relações e similaridades entre estes agrupamentos, pois à propriedade DEb estão firmemente associadas, e vice-versa, a grande maioria das propriedades mecânicas, conforme é observado na literatura e como foi demonstrado por este estudo. Por motivo de ser uma das propriedades da madeira mais facilmente obtidas, uma vez que não requer complexas e onerosas máquinas de ensaio, a massa específica, representada aqui por DEb, torna-se também vantajosa sob o ponto de vista econômico, considerando que seus custos de ensaio são reduzidos. Por essas razões, pode-se admitir que a massa específica da madeira constitui-se no melhor indicativo para definição dos usos dependentes da resistência mecânica.

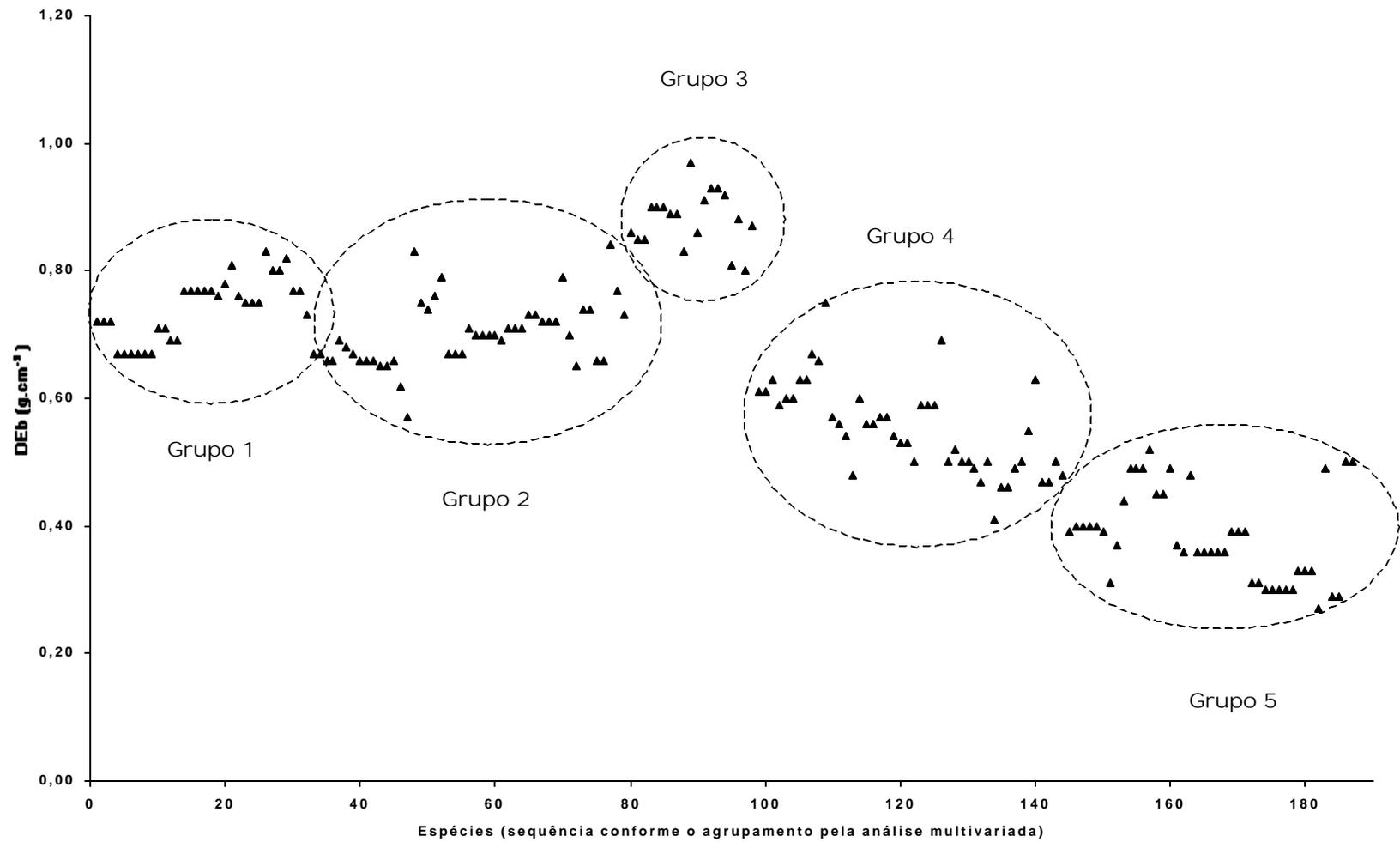


Figura 53 - Representação gráfica da distribuição das espécies do estudo conforme os grupos formados pelo conjunto das propriedades físicas e mecânicas com a densidade básica (DEb), incluindo a circunscrição artificial tracejada dos grupos.

## 5 CONCLUSÕES

A apresentação das principais conclusões desse trabalho foi dividida em: a) específicas às etapas a, b, c e d do seu objetivo geral; b) quanto aos agrupamentos das espécies propriamente ditos; e, c) recomendações de caráter geral ao tema básico tratado.

### a) Específicas

- A baixa variabilidade (entre 15,8 e 17,0) dos coeficientes de variação percentual (CV%) dos parâmetros abundância (AB), volume por hectare (V) e área basal por hectare (ABs), revela que as 12 pequenas propriedades componentes da área do estudo são relativamente homogêneas em relação a esses parâmetros. Para a condição 1 de aproveitamento da tora (aproveitamento total), a homogeneidade é mais acentuada, pois o CV% foi de 5,5.
- 2,6% das árvores ocorrentes na área do estudo não tiveram qualquer reconhecimento em campo nos trabalhos do inventário florestal a 100%, o que demonstra a difícil tarefa que é identificar árvores, pois mesmo “mateiros” experientes não são capazes de identificar toda a diversidade florestal existente.
- Verificou-se que 20 espécies ocorrentes na área do estudo (9,8% do total de 204) respondem por quase 60% do Índice de Importância da Espécie total (soma dos IND's das espécies), o que revela um desequilíbrio quanto aos seus parâmetros dendrométricos, ou seja, poucas espécies concentram a maior parte das árvores, e conseqüentemente, a maior parte do volume e área basal.
- Para as 187 espécies efetivamente componentes do estudo de agrupamentos, 113 (60,4%) foram localizadas na literatura por coincidência somente de gênero e 74

(39,6%) foram localizadas integralmente por gênero e espécie. Esses dados demonstram que há uma grande lacuna em pesquisas sobre as propriedades tecnológicas de espécies madeireiras amazônicas.

- O método utilizado de se atribuir a várias espécies (113 espécies, ou 60,4% das 187 utilizadas nos agrupamentos) propriedades físicas e mecânicas por coincidência apenas de gênero mostrou-se factível e apresentou resultados coerentes.

- Os altos valores dos coeficientes de correlação ( $C_{CORR}$ ) da densidade básica (DEb) com as propriedades mecânicas, tanto para as 163 espécies do LPF/IBAMA como para as 187 espécies do estudo, comprovam, conforme é verificado na literatura, que a massa específica da madeira tem estreitas relações com essas propriedades.

- Os baixos valores dos coeficientes de correlação médios ( $C_{CORR}$  médios) das propriedades CTt, CTr, TRper e FDr, tanto para as 163 espécies do LPF/IBAMA como para as 187 espécies do estudo, indicam cautelas no uso dessas propriedades para inferir valores para outras propriedades físicas e mecânicas da madeira. No entanto, no caso de CTt e CTr, observou-se que as relações entre essas propriedades são significativas, pois os resultados revelaram um  $C_{CORR}$  de 0,639 e de 0,633, às espécies do LPF/IBAMA e às espécies do estudo, respectivamente.

- Os  $C_{CORR}$  médios das propriedades das 187 espécies do estudo foram superiores quando comparados aos  $C_{CORR}$  médios encontrados para as 163 espécies do LPF/IBAMA, e não apresentaram a mesma tendência quanto à posição hierárquica. Supostamente, essas alterações ocorreram em razão de que os dados estimados pelas equações de regressão tornaram o grupo das 187 espécies mais homogêneo.

- O método utilizado de estimar as propriedades físicas e mecânicas faltantes na literatura por meio das equações de regressão proporcionou resultados sem distorções.

- A maioria das equações de regressão, nas quais foi utilizada a variável DEb para estimativa das outras propriedades, apresentou o coeficiente de determinação ( $R^2$ ) satisfatório (acima de 0,8). No entanto, para as propriedades CTt, CTr, TRper e FDr,

o  $R^2$  foi baixo (variando de 0,132 a 0,477), o que confirma as baixas correlações dessas propriedades com DEb.

- Como se esperava, o *ranking*, ou hierarquia, dos  $R^2$  das equações de regressão, foi praticamente o mesmo do dos  $C_{CORR}$  de DEb com as demais propriedades.
- A análise estatística multivariada, por meio da informática, utilizada para o agrupamento das madeiras, mostrou-se uma extraordinária ferramenta de pesquisa, pois os resultados, envolvendo uma grande quantidade de dados, são lógicos e confiáveis.
- Ainda que, como foi dito, a análise multivariada seja uma notável ferramenta de trabalho na pesquisa, possui a restrição de ser bastante complexa e de difícil compreensão, ou seja, a base teórica de como esta análise se processa requer conhecimentos avançados de estatística, o que, infelizmente, está fora de alcance da maioria dos pesquisadores.

#### b) Quanto aos agrupamentos das espécies

- Em geral, os grupos formados pela análise multivariada pelo conjunto das propriedades físicas e mecânicas apresentaram baixos coeficientes de variação (CV%'s), revelando homogeneidade das espécies que os compõem, o que pode ser entendido como um bom indicador da validade do agrupamento realizado.
- Embora todas as propriedades utilizadas na análise multivariada tenham sido estatisticamente significantes para o agrupamento realizado, os resultados da análise discriminante, por meio do teste *Wilks Lambda*, revelaram que foram seis as propriedades portadoras das informações discriminantes mais importantes, na seguinte ordem de importância: DUtr, FEe, DUpa, DEb, TRper e CPpel.
- A ordem de importância estatística das propriedades para o agrupamento das espécies não guarda qualquer relação com *ranking* dos coeficientes de correlação médios ( $C_{CORR}$  médios) encontrados para as mesmas, significando que, para a

análise multivariada, os coeficientes de correlação não indicam de antemão quais as propriedades serão mais relevantes para o agrupamento resultante.

- Na maioria dos casos, os principais usos finais das espécies eleitas tradicionais em cada grupo mostraram-se bastante similares, especialmente nos usos em que o fator resistência mecânica é mais relevante. Os contrastes surgidos dentro de cada grupo foram verificados em usos finais que não dependem somente da resistência mecânica (móveis, artigos decorativos, instrumentos musicais, molduras, etc.).
- A distinção, ou separação, dos cinco grupos de espécies quanto às indicações genéricas dos usos finais, baseadas, principalmente, na resistência mecânica das espécies, foi evidente na maior parte dos grupos.
- Baseando-se no Índice de Importância da Espécie (IND) dos grupos, verificou-se que todos possuem espécies com bom potencial para o manejo, pois não houve concentrações de espécies com valores dos IND's altos ou baixos nos grupos.
- Em geral, os agrupamentos pelas combinações das principais propriedades físicas e mecânicas para diferentes usos finais mostraram-se similares ao agrupamento com todas as propriedades. Entende-se que as diferenças existentes não invalidam nem um e nem outro agrupamento, sendo que um pode ser entendido complementar do outro.
- No agrupamento considerando apenas as principais propriedades para o uso específico "móveis", a assertiva de que esse uso final não depende somente da resistência mecânica fica bastante evidenciada, pois ocorreram espécies indicadas para confecção de móveis em quase todos os grupos.
- Existem fortes relações e similaridades entre os agrupamentos por DEb e pelas propriedades do estudo, pois à propriedade DEb estão firmemente associadas, e vice-versa, a grande maioria das propriedades mecânicas da madeira. Diante disso, pode-se admitir que a massa específica da madeira constitui-se no melhor indicativo para definição dos usos dependentes da resistência mecânica.

### c) Recomendações

- Em face da expressiva quantidade de espécies do estudo não ter sido encontrada na literatura especializada (apenas 36,3% foram encontradas ao nível de espécie), verifica-se a necessidade, por parte das instituições de pesquisa, de novos ensaios tecnológicos a essas, e também muitas outras espécies. Vale lembrar que as espécies deste estudo representam uma fração da diversidade de espécies amazônicas, pois são limitadas a uma área de apenas 206,8 ha. Independente das utilidades preconcebidas das madeiras, pois há aquelas pouco conhecidas que são, *a priori*, consideradas inúteis, esses ensaios devem "identificar" utilidades a cada uma, mesmo que seja, por exemplo, para fins energéticos, tendo em vista a impreterível racionalização do uso dos recursos florestais.
- Para que os resultados de agrupamentos de madeiras pela análise multivariada sejam mais consistentes, podem ser incluídas outras propriedades além das físicas e mecânicas. Como exemplos citam-se: poder calorífico, categoria de mercado, informações sobre preservação, secagem, etc.
- Em complemento ao ponto anterior, observa-se que a inclusão de outras propriedades deve ser feita conforme os objetivos do agrupamento, ou seja, associando-se determinadas propriedades à aplicação prática de interesse específico de cada madeira. Como exemplo, cita-se as madeiras com potencial para a fabricação de móveis, onde os ensaios devem ser direcionados para propriedades como trabalhabilidade, acabamento, cor, figura, resistência mecânica, colagem, etc.
- Entre as demandas de pesquisa identificadas no decorrer deste estudo, está a necessidade de um levantamento das espécies madeireiras mais conhecidas, ou tradicionais, no mercado de madeiras. Tal pesquisa poderia, por exemplo, criar um índice que mostrasse o grau de conhecimento e uso das espécies de madeira (amazônicas ou não), e, deste modo, auxiliar um eventual programa de ensaios tecnológicos das chamadas madeiras pouco conhecidas.

- Este trabalho oferece subsídios técnicos que podem ser utilizados por empresas ligadas aos recursos madeireiros amazônicos no sentido de incluir novas espécies no mercado de madeiras.
- Como foi destacado no escopo deste trabalho, o manejo florestal apresenta-se como uma importante demanda tecnológica para a região amazônica brasileira, tendo em vista suas vantagens sociais, econômicas e ambientais. Deste modo, o presente estudo, ainda que restrito a uma pequena área de floresta do estado do Acre, constitui-se em uma interessante contribuição para o manejo florestal de toda a região amazônica. As informações aqui apresentadas podem auxiliar no planejamento de projetos de manejo florestal madeireiros, onde a escolha dos produtos a serem colhidos/manejados é fundamentada nos seus usos finais, os quais são indissociáveis de questões relacionadas à tecnologia da madeira.

ANEXOS

ANEXO A - Inventário florestal a 100% da área do estudo: distribuição, por espécie, de NT, AB, VT, V, AbsT, ABs, IND e condição de aproveitamento da tora.

ESPÉCIE	NT	AB (N.ha <sup>-1</sup> )	VT (m <sup>3</sup> )	V (m <sup>3</sup> .ha <sup>-1</sup> )	ABsT (m <sup>2</sup> )	ABs (m <sup>2</sup> .ha <sup>-1</sup> )	IND (%)	COND. TORA (%)		
								1	2	3
Abi001	78	0,3772	285,8928	1,3825	19,9366	0,0964	1,555	84,6	12,8	2,6
Abi002	5	0,0242	17,6032	0,0851	1,2356	0,0060	0,098	80,0	-	20,0
Abi003	17	0,0822	55,5434	0,2686	3,9480	0,0191	0,320	47,1	35,3	17,6
Abi004	1	0,0048	2,9122	0,0141	0,2114	0,0010	0,018	100,0	-	-
Abi005	2	0,0097	12,3457	0,0597	0,8054	0,0039	0,054	50,0	50,0	-
Abi006	5	0,0242	21,7490	0,1052	1,4788	0,0072	0,109	60,0	40,0	-
Abi007	1	0,0048	3,1368	0,0152	0,2246	0,0011	0,018	100,0	-	-
Abi008	5	0,0242	11,8921	0,0575	0,9006	0,0044	0,081	60,0	40,0	-
Aca009	1	0,0048	3,0012	0,0145	0,2166	0,0010	0,018	-	100,0	-
Aca010	8	0,0387	25,1145	0,1214	1,7979	0,0087	0,148	100,0	-	-
Ama011	9	0,0435	78,9076	0,3816	4,9938	0,0241	0,310	88,9	11,1	-
Ama012	40	0,1934	137,4641	0,6647	9,6873	0,0468	0,771	95,0	5,0	-
And013	19	0,0919	76,2151	0,3685	5,2419	0,0253	0,397	84,2	15,8	-
Ang014	3	0,0145	9,4073	0,0455	0,6736	0,0033	0,055	33,3	33,3	33,3
Ang015	6	0,0290	26,9318	0,1302	1,8233	0,0088	0,134	66,7	16,7	16,7
Ang016	47	0,2273	219,6832	1,0623	14,7944	0,0715	1,071	83,0	17,0	-
Ang017	28	0,1354	137,1945	0,6634	9,1842	0,0444	0,656	82,1	10,7	7,1
Ang018	11	0,0532	65,8982	0,3187	4,3121	0,0209	0,292	72,7	18,2	9,1
Ang019	3	0,0145	11,5046	0,0556	0,7966	0,0039	0,061	100,0	-	-
Ang020	1	0,0048	10,7174	0,0518	0,6692	0,0032	0,040	100,0	-	-
Ang021	3	0,0145	18,4236	0,0891	1,2025	0,0058	0,081	100,0	-	-
Ang022	3	0,0145	20,9430	0,1013	1,3502	0,0065	0,088	100,0	-	-
Ang023	6	0,0290	32,3915	0,1566	2,1436	0,0104	0,149	50,0	50,0	-
Ang024	42	0,2031	373,3946	1,8056	23,6073	0,1142	1,459	88,1	11,9	-
Ang025	26	0,1257	149,3934	0,7224	9,8185	0,0475	0,672	100,0	-	-
Apu026	28	0,1354	278,3385	1,3459	17,4632	0,0844	1,056	42,9	28,6	28,6
Apu027	6	0,0290	56,2877	0,2722	3,5451	0,0171	0,217	50,0	50,0	-
Apu028	3	0,0145	54,2561	0,2624	3,3042	0,0160	0,182	66,7	33,3	-
Apu029	2	0,0097	32,5326	0,1573	1,9894	0,0096	0,111	100,0	-	-
Ara030	1	0,0048	3,2285	0,0156	0,2300	0,0011	0,019	100,0	-	-
Ara031	3	0,0145	16,2818	0,0787	1,0768	0,0052	0,075	100,0	-	-
Aro032	31	0,1499	138,7092	0,6707	9,3948	0,0454	0,689	77,4	19,4	3,2
Ata033	6	0,0290	20,8082	0,1006	1,4641	0,0071	0,116	83,3	16,7	-
Bac034	2	0,0097	4,6155	0,0223	0,3520	0,0017	0,032	100,0	-	-
Bac035	6	0,0290	32,9917	0,1595	2,1788	0,0105	0,151	100,0	-	-
Baf036	4	0,0193	18,2316	0,0882	1,2318	0,0060	0,090	100,0	-	-
Baj037	4	0,0193	12,2017	0,0590	0,8780	0,0042	0,073	50,0	50,0	-
Baj038	1	0,0048	2,5252	0,0122	0,1887	0,0009	0,017	100,0	-	-
Bal039	12	0,0580	44,4048	0,2147	3,0917	0,0150	0,240	83,3	8,3	8,3
Bre040	1	0,0048	2,7808	0,0134	0,2037	0,0010	0,017	-	-	100,0
Bre041	3	0,0145	9,9059	0,0479	0,7028	0,0034	0,057	100,0	-	-
Bre042	177	0,8559	508,4497	2,4587	37,0110	0,1790	3,130	72,3	23,7	4,0
Bur043	7	0,0338	21,8263	0,1055	1,5644	0,0076	0,129	100,0	-	-
Cab044	9	0,0435	34,5545	0,1671	2,3923	0,0116	0,184	77,8	22,2	-
Caf045	1	0,0048	5,1772	0,0250	0,3443	0,0017	0,024	100,0	-	-
Caf046	3	0,0145	8,8818	0,0429	0,6428	0,0031	0,054	100,0	-	-
Caf047	3	0,0145	19,6644	0,0951	1,2752	0,0062	0,084	66,7	33,3	-
Caj048	2	0,0097	30,7960	0,1489	1,8876	0,0091	0,106	50,0	-	50,0
Caj049	7	0,0338	43,2264	0,2090	2,8198	0,0136	0,189	85,7	14,3	-
Cam050	56	0,2708	429,2131	2,0755	27,4498	0,1327	1,751	94,6	5,4	-
Can051	1	0,0048	3,3681	0,0163	0,2382	0,0012	0,019	100,0	-	-
Cap052	1	0,0048	7,1222	0,0344	0,4584	0,0022	0,030	100,0	-	-
Car053	36	0,1741	152,0248	0,7351	10,3790	0,0502	0,774	72,2	22,2	5,6
Car054	13	0,0629	48,2928	0,2335	3,3606	0,0163	0,261	69,2	30,8	-
Car055	4	0,0193	15,8690	0,0767	1,0932	0,0053	0,083	75,0	25,0	-
Car056	1	0,0048	7,5847	0,0367	0,4855	0,0023	0,031	100,0	-	-
Car057	6	0,0290	26,1468	0,1264	1,7772	0,0086	0,131	50,0	50,0	-

ANEXO A - Inventário florestal a 100% da área do estudo: distribuição, por espécie, de NT, AB, VT, V, AbsT, ABs, IND e condição de aproveitamento da tora.

ESPÉCIE	NT	AB (N.ha <sup>-1</sup> )	VT (m <sup>3</sup> )	V (m <sup>3</sup> .ha <sup>-1</sup> )	ABsT (m <sup>2</sup> )	ABs (m <sup>2</sup> .ha <sup>-1</sup> )	IND (%)	COND. TORA (%)		
								1	2	3
Cas058	328	1,5861	4092,2023	19,7882	253,3495	1,2251	14,733	97,6	2,4	-
Cat059	77	0,3723	364,8811	1,7644	24,5291	0,1186	1,769	84,4	13,0	2,6
Cat060	5	0,0242	34,2126	0,1654	2,2098	0,0107	0,145	100,0	-	-
Cau061	94	0,4545	299,1476	1,4466	21,3636	0,1033	1,745	75,5	23,4	1,1
Ced062	9	0,0435	35,3804	0,1711	2,4407	0,0118	0,186	88,9	11,1	-
Ced063	21	0,1015	112,8606	0,5457	7,4725	0,0361	0,520	81,0	9,5	9,5
Ced064	7	0,0338	38,0818	0,1841	2,5179	0,0122	0,175	85,7	14,3	-
Cer065	24	0,1161	124,8162	0,6036	8,2960	0,0401	0,583	87,5	12,5	-
Cer066	48	0,2321	183,4260	0,8870	12,7081	0,0615	0,978	89,6	8,3	2,1
Coa067	2	0,0097	11,4530	0,0554	0,7530	0,0036	0,052	-	50,0	50,0
Cop068	52	0,2515	353,7690	1,7107	22,8624	0,1106	1,499	92,3	5,8	1,9
Cop069	1	0,0048	7,0572	0,0341	0,4546	0,0022	0,030	100,0	-	-
Cop070	4	0,0193	19,4295	0,0940	1,3020	0,0063	0,093	100,0	-	-
Cor071	5	0,0242	71,4352	0,3454	4,3931	0,0212	0,250	100,0	-	-
Cor072	2	0,0097	20,7180	0,1002	1,2965	0,0063	0,078	100,0	-	-
Cum073	126	0,6093	1096,6535	5,3030	69,4411	0,3358	4,312	73,0	19,0	7,9
Cum074	113	0,5464	939,9317	4,5451	59,7213	0,2888	3,743	84,1	14,2	1,8
Cum075	2	0,0097	9,9943	0,0483	0,6674	0,0032	0,047	100,0	-	-
Cup076	70	0,3385	383,5778	1,8548	25,3416	0,1225	1,755	67,1	30,0	2,9
Des999	101	0,4884	455,0726	2,2005	30,7938	0,1489	2,254	79,2	19,8	1,0
Emb077	1	0,0048	3,2285	0,0156	0,2300	0,0011	0,019	100,0	-	-
Env078	1	0,0048	4,1027	0,0198	0,2813	0,0014	0,021	100,0	-	-
Env079	1	0,0048	1,2613	0,0061	0,1146	0,0006	0,013	100,0	-	-
Env080	1	0,0048	6,4845	0,0314	0,4210	0,0020	0,028	-	100,0	-
Env081	2	0,0097	7,4338	0,0359	0,5173	0,0025	0,040	100,0	-	-
Env082	2	0,0097	13,8781	0,0671	0,8952	0,0043	0,058	100,0	-	-
Env083	4	0,0193	14,5427	0,0703	1,0154	0,0049	0,079	100,0	-	-
Env084	2	0,0097	6,0230	0,0291	0,4345	0,0021	0,036	100,0	-	-
Esp085	60	0,2901	191,0670	0,9239	13,6436	0,0660	1,114	56,7	40,0	3,3
Far086	7	0,0338	14,7565	0,0714	1,1499	0,0056	0,109	57,1	42,9	-
Fav087	2	0,0097	16,6513	0,0805	1,0579	0,0051	0,066	50,0	50,0	-
Fav088	1	0,0048	14,0820	0,0681	0,8666	0,0042	0,049	100,0	-	-
Fav089	21	0,1015	116,9946	0,5657	7,7153	0,0373	0,532	81,0	9,5	9,5
Fei090	1	0,0048	3,7033	0,0179	0,2578	0,0012	0,020	-	-	100,0
Fei091	1	0,0048	5,2907	0,0256	0,3509	0,0017	0,025	-	-	100,0
Gam092	6	0,0290	49,8494	0,2411	3,1676	0,0153	0,199	50,0	50,0	-
Gog093	1	0,0048	4,5728	0,0221	0,3088	0,0015	0,023	100,0	-	-
Gra094	5	0,0242	15,6784	0,0758	1,1227	0,0054	0,092	80,0	20,0	-
Gua095	15	0,0725	63,2525	0,3059	4,3193	0,0209	0,322	86,7	13,3	-
Gua096	62	0,2998	244,8594	1,1840	16,8802	0,0816	1,286	85,5	12,9	1,6
Imb097	5	0,0242	8,6079	0,0416	0,7080	0,0034	0,072	80,0	20,0	-
Imb098	8	0,0387	13,9729	0,0676	1,1445	0,0055	0,116	100,0	-	-
Imb099	8	0,0387	17,5905	0,0851	1,3566	0,0066	0,126	75,0	25,0	-
Imb100	38	0,1838	230,9090	1,1166	15,0874	0,0730	1,017	78,9	18,4	2,6
Ing101	6	0,0290	21,8001	0,1054	1,5222	0,0074	0,119	100,0	-	-
Ing102	1	0,0048	4,1539	0,0201	0,2843	0,0014	0,021	100,0	-	-
Ing103	7	0,0338	28,5815	0,1382	1,9607	0,0095	0,148	85,7	14,3	-
Ing104	2	0,0097	5,6530	0,0273	0,4128	0,0020	0,035	50,0	50,0	-
Ing105	3	0,0145	10,2138	0,0494	0,7209	0,0035	0,058	100,0	-	-
Ing106	1	0,0048	1,6005	0,0077	0,1345	0,0007	0,014	-	100,0	-
Ing107	30	0,1451	133,1631	0,6439	9,0290	0,0437	0,664	63,3	30,0	6,7
Inh108	17	0,0822	60,5961	0,2930	4,2444	0,0205	0,334	58,8	29,4	11,8
Inh109	1	0,0048	4,4137	0,0213	0,2995	0,0014	0,022	100,0	-	-
Ipe110	100	0,4836	400,8641	1,9384	27,5740	0,1333	2,090	86,0	13,0	1,0
Ita111	26	0,1257	143,5029	0,6939	9,4731	0,0458	0,655	92,3	3,8	3,8
Ita112	1	0,0048	2,3602	0,0114	0,1790	0,0009	0,016	100,0	-	-
Ita113	4	0,0193	10,4859	0,0507	0,7775	0,0038	0,068	75,0	25,0	-

ANEXO A - Inventário florestal a 100% da área do estudo: distribuição, por espécie, de NT, AB, VT, V, AbsT, ABs, IND e condição de aproveitamento da tora.

ESPÉCIE	NT	AB (N.ha <sup>-1</sup> )	VT (m <sup>3</sup> )	V (m <sup>3</sup> .ha <sup>-1</sup> )	ABsT (m <sup>2</sup> )	ABs (m <sup>2</sup> .ha <sup>-1</sup> )	IND (%)	COND. TORA (%)		
								1	2	3
Jac114	1	0,0048	2,7808	0,0134	0,2037	0,0010	0,017	100,0	-	-
Jar115	9	0,0435	25,3501	0,1226	1,8524	0,0090	0,158	100,0	-	-
Jat116	4	0,0193	27,4635	0,1328	1,7734	0,0086	0,116	100,0	-	-
Jen117	1	0,0048	2,7808	0,0134	0,2037	0,0010	0,017	100,0	-	-
Jeq118	25	0,1209	387,9611	1,8760	23,7710	0,1149	1,339	100,0	-	-
Jit119	43	0,2079	190,2561	0,9200	12,9055	0,0624	0,950	88,4	9,3	2,3
Jit120	4	0,0193	17,5871	0,0850	1,1940	0,0058	0,088	100,0	-	-
Jit121	1	0,0048	3,0913	0,0149	0,2219	0,0011	0,018	100,0	-	-
Joa122	3	0,0145	9,0554	0,0438	0,6530	0,0032	0,054	33,3	66,7	-
Jut123	87	0,4207	413,2272	1,9982	27,7707	0,1343	2,002	95,4	4,6	-
Lar124	3	0,0145	7,7535	0,0375	0,5765	0,0028	0,051	100,0	-	-
Lim125	3	0,0145	9,2378	0,0447	0,6637	0,0032	0,055	100,0	-	-
Lou126	5	0,0242	30,8726	0,1493	2,0138	0,0097	0,135	100,0	-	-
Lou127	1	0,0048	2,7808	0,0134	0,2037	0,0010	0,017	-	100,0	-
Lou128	1	0,0048	4,1539	0,0201	0,2843	0,0014	0,021	100,0	-	-
Lou129	7	0,0338	23,4202	0,1133	1,6580	0,0080	0,133	71,4	28,6	-
Lou130	1	0,0048	2,3602	0,0114	0,1790	0,0009	0,016	100,0	-	-
Lou131	6	0,0290	22,1555	0,1071	1,5432	0,0075	0,120	66,7	16,7	16,7
Lou132	2	0,0097	4,5305	0,0219	0,3470	0,0017	0,032	-	100,0	-
Mac133	41	0,1983	216,7616	1,0482	14,3793	0,0695	1,006	95,1	4,9	-
Mac134	1	0,0048	2,7808	0,0134	0,2037	0,0010	0,017	-	100,0	-
Mac135	1	0,0048	3,8016	0,0184	0,2636	0,0013	0,020	100,0	-	-
Mal136	3	0,0145	9,1292	0,0441	0,6572	0,0032	0,054	66,7	33,3	-
Mal137	25	0,1209	68,0739	0,3292	5,0082	0,0242	0,431	52,0	48,0	-
Man138	7	0,0338	27,4442	0,1327	1,8939	0,0092	0,145	57,1	42,9	-
Man139	43	0,2079	278,7007	1,3477	18,0936	0,0875	1,200	81,4	18,6	-
Mar140	1	0,0048	3,2285	0,0156	0,2300	0,0011	0,019	-	-	100,0
Mar141	1	0,0048	4,4665	0,0216	0,3026	0,0015	0,022	100,0	-	-
Mar142	51	0,2466	192,2089	0,9294	13,3450	0,0645	1,031	88,2	11,8	-
Mat143	16	0,0774	47,8377	0,2313	3,4556	0,0167	0,288	68,8	31,3	-
Mog144	1	0,0048	24,5097	0,1185	1,4782	0,0071	0,079	100,0	-	-
Mor145	2	0,0097	5,1393	0,0249	0,3827	0,0019	0,034	100,0	-	-
Mui146	1	0,0048	5,3478	0,0259	0,3543	0,0017	0,025	100,0	-	-
Mui147	3	0,0145	12,6047	0,0610	0,8611	0,0042	0,064	33,3	33,3	33,3
Mul148	2	0,0097	3,8285	0,0185	0,3057	0,0015	0,030	50,0	50,0	-
Mul149	1	0,0048	3,2285	0,0156	0,2300	0,0011	0,019	100,0	-	-
Mur150	3	0,0145	7,6181	0,0368	0,5687	0,0028	0,050	100,0	-	-
Mur151	6	0,0290	19,6351	0,0949	1,3955	0,0067	0,113	50,0	33,3	16,7
Mut152	3	0,0145	27,0782	0,1309	1,7101	0,0083	0,105	100,0	-	-
Pac153	1	0,0048	5,5208	0,0267	0,3644	0,0018	0,025	100,0	-	-
Pam154	23	0,1112	72,1897	0,3491	5,1681	0,0250	0,424	69,6	26,1	4,3
Pam155	3	0,0145	8,1714	0,0395	0,6012	0,0029	0,052	100,0	-	-
Pam156	67	0,3240	186,5376	0,9020	13,6623	0,0661	1,168	68,7	28,4	3,0
Pau157	1	0,0048	1,3269	0,0064	0,1184	0,0006	0,013	100,0	-	-
Pau158	2	0,0097	5,6132	0,0271	0,4105	0,0020	0,035	50,0	50,0	-
Pau159	2	0,0097	11,6625	0,0564	0,7653	0,0037	0,052	50,0	50,0	-
Pau160	1	0,0048	5,0091	0,0242	0,3344	0,0016	0,024	100,0	-	-
Pau161	8	0,0387	28,7756	0,1391	2,0127	0,0097	0,158	100,0	-	-
Pau162	26	0,1257	104,3720	0,5047	7,1777	0,0347	0,544	69,2	19,2	11,5
Pau163	3	0,0145	11,3663	0,0550	0,7885	0,0038	0,061	33,3	33,3	33,3
Pen164	4	0,0193	14,7856	0,0715	1,0297	0,0050	0,080	75,0	25,0	-
Per165	6	0,0290	62,2655	0,3011	3,8959	0,0188	0,234	83,3	16,7	-
Pin166	10	0,0484	23,0467	0,1114	1,7578	0,0085	0,161	40,0	40,0	20,0
Piq167	32	0,1547	221,2883	1,0701	14,2790	0,0690	0,933	78,1	18,8	3,1
Piq168	2	0,0097	19,3727	0,0937	1,2175	0,0059	0,074	100,0	-	-
Pit169	6	0,0290	29,3631	0,1420	1,9658	0,0095	0,140	50,0	50,0	-
Por170	33	0,1596	116,0072	0,5610	8,1448	0,0394	0,644	84,8	12,1	3,0

ANEXO A - Inventário florestal a 100% da área do estudo: distribuição, por espécie, de NT, AB, VT, V, ABsT, ABs, IND e condição de aproveitamento da tora.

ESPÉCIE	NT	AB (N.ha <sup>-1</sup> )	VT (m <sup>3</sup> )	V (m <sup>3</sup> .ha <sup>-1</sup> )	ABsT (m <sup>2</sup> )	ABs (m <sup>2</sup> .ha <sup>-1</sup> )	IND (%)	COND. TORA (%)		
								1	2	3
Qua171	2	0,0097	16,4718	0,0797	1,0474	0,0051	0,066	100,0	-	-
Qui172	4	0,0193	14,3012	0,0692	1,0012	0,0048	0,079	25,0	25,0	50,0
Rox173	49	0,2369	206,7769	0,9999	14,1181	0,0683	1,054	85,7	10,2	4,1
Sam174	63	0,3046	601,6664	2,9094	37,8494	0,1830	2,307	92,1	7,9	-
Sam175	5	0,0242	58,0118	0,2805	3,6058	0,0174	0,212	80,0	20,0	-
Sam176	20	0,0967	144,9807	0,7011	9,3161	0,0450	0,602	90,0	10,0	-
Sap177	1	0,0048	4,7344	0,0229	0,3183	0,0015	0,023	100,0	-	-
Ser178	4	0,0193	18,9629	0,0917	1,2746	0,0062	0,092	100,0	-	-
Ser179	168	0,8124	892,4393	4,3155	59,1687	0,2861	4,133	79,8	19,0	1,2
Sor180	1	0,0048	2,6945	0,0130	0,1987	0,0010	0,017	100,0	-	-
Suc181	15	0,0725	67,5619	0,3267	4,5721	0,0221	0,335	93,3	6,7	-
Suc182	1	0,0048	3,7523	0,0181	0,2607	0,0013	0,020	100,0	-	-
Suc183	1	0,0048	2,3602	0,0114	0,1790	0,0009	0,016	100,0	-	-
Tab184	34	0,1644	102,6791	0,4965	7,4033	0,0358	0,615	47,1	35,3	17,6
Tam185	37	0,1789	160,2756	0,7750	10,9033	0,0527	0,807	75,7	18,9	5,4
Tap186	1	0,0048	4,0013	0,0193	0,2753	0,0013	0,021	100,0	-	-
Tat187	1	0,0048	3,9009	0,0189	0,2694	0,0013	0,021	-	100,0	-
Tau188	178	0,8607	1299,0738	6,2818	83,4261	0,4034	5,382	89,9	9,0	1,1
Tax189	5	0,0242	14,0238	0,0678	1,0255	0,0050	0,087	60,0	-	40,0
Tax190	62	0,2998	232,6725	1,1251	16,1649	0,0782	1,251	87,1	12,9	-
Tax191	13	0,0629	57,5891	0,2785	3,9057	0,0189	0,287	100,0	-	-
Tax192	6	0,0290	26,3695	0,1275	1,7905	0,0087	0,132	83,3	16,7	-
Tim193	8	0,0387	71,0657	0,3436	4,4934	0,0217	0,278	87,5	12,5	-
Tor194	16	0,0774	50,7950	0,2456	3,6291	0,0175	0,297	81,3	12,5	6,3
Tor195	1	0,0048	1,2613	0,0061	0,1146	0,0006	0,013	100,0	-	-
Tor196	2	0,0097	4,0318	0,0195	0,3177	0,0015	0,031	100,0	-	-
Ucu197	27	0,1306	90,5709	0,4380	6,4087	0,0310	0,514	85,2	7,4	7,4
Ucu198	3	0,0145	15,7214	0,0760	1,0440	0,0050	0,073	100,0	-	-
Ucu199	1	0,0048	1,8652	0,0090	0,1500	0,0007	0,015	-	100,0	-
Vel200	3	0,0145	10,2688	0,0497	0,7241	0,0035	0,058	100,0	-	-
Vio201	54	0,2611	207,0672	1,0013	14,3381	0,0693	1,102	85,2	11,1	3,7
Xix202	68	0,3288	290,0413	1,4025	19,7741	0,0956	1,471	79,4	20,6	-
Xix203	12	0,0580	38,6882	0,1871	2,7566	0,0133	0,224	75,0	25,0	-
Xix204	1	0,0048	2,6093	0,0126	0,1937	0,0009	0,017	100,0	-	-
TOTAL	3871	18,72	22244,44	107,56	1461,96	7,07	100,0	81,9	15,3	2,8

Onde:

- ESPÉCIE = espécies relacionadas pelo código utilizado neste trabalho
- NT = número total de árvores
- AB = abundância (árvores.ha<sup>-1</sup>)
- VT = volume total
- V = volume por hectare
- ABsT = área basal total
- ABs = área basal por hectare
- IND(%) = Índice de Importância da Espécie (percentual)
- Cond. tora (%) = condição de aproveitamento da tora (percentual)
  - 1 - tora com aproveitamento total
  - 2 - tora com aproveitamento parcial
  - 3 - tora sem aproveitamento
- Des999 = espécies desconhecidas

ANEXO B - Propriedades físicas e mecânicas das espécies do estudo, incluindo as estimativas pelas equações de regressão, a fonte dos dados e o nível de reconhecimento da espécie (nome científico) na literatura.

CÓD	DEb	CTt	CTr	FEr	FEE	CPpar	CPpel	DUpa	DUtr	TRper	FDr	Clr	NR	FT
Abi001	0,72	9,2	5,4	148,77	15200	74,43	13,73	12758	11032	4,31	5,79	15,30	*	12
Abi002	0,72	9,2	5,4	148,77	15200	74,43	13,73	12758	11032	4,31	5,79	15,30	*	12
Abi003	0,72	9,2	5,4	148,77	15200	74,43	13,73	12758	11032	4,31	5,79	15,30	*	12
Abi004	0,67	9,7	4,7	<u>128,55</u>	13925	64,92	10,00	9983	7649	3,92	5,88	14,42	*	8
Abi005	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-
Abi006	0,66	13,0	7,3	173,97	17162	74,53	15,00	<u>9050</u>	<u>7780</u>	4,22	<u>5,88</u>	<u>13,64</u>	*	11
Abi007	0,61	7,3	3,2	<u>115,02</u>	<u>13235</u>	<u>61,06</u>	<u>9,05</u>	<u>7761</u>	<u>6455</u>	4,15	<u>5,56</u>	<u>12,40</u>	*	29
Abi008	0,66	13,0	7,3	173,97	17162	74,53	15,00	<u>9050</u>	<u>7780</u>	4,22	<u>5,88</u>	<u>13,64</u>	**	11
Aca009	0,39	5,2	3,7	67,67	8434	32,95	4,71	3844	2775	2,55	3,33	6,96	**	12
Aca010	0,86	8,3	5,5	<u>167,01</u>	<u>16602</u>	<u>88,20</u>	<u>17,75</u>	<u>13994</u>	<u>13652</u>	<u>4,50</u>	<u>6,41</u>	<u>18,38</u>	**	20
Ama011	0,54	7,9	4,9	102,28	11278	56,98	8,04	7198	5560	<u>3,80</u>	<u>5,04</u>	10,00	**	32
Ama012	0,69	9,0	5,8	132,98	14612	67,86	11,87	9248	7816	2,94	5,49	12,65	*	12
And013	0,59	8,1	4,4	107,19	11768	59,72	8,83	8247	6276	4,02	<u>5,42</u>	10,89	**	27
Ang014	0,71	11,3	5,8	143,86	15887	72,47	12,36	12896	11199	4,22	6,77	16,18	**	8
Ang015	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-
Ang016	0,60	7,2	3,7	111,89	11866	56,29	11,18	8140	6325	4,71	5,49	13,04	*	12
Ang017	0,75	9,1	4,7	141,90	15004	71,29	12,06	8404	8787	3,82	5,69	14,81	*	8
Ang018	0,67	9,1	5,2	94,05	11278	68,35	12,94	8032	7777	<u>4,38</u>	<u>5,93</u>	13,83	*	13
Ang019	0,66	9,2	5,8	123,76	12945	73,06	11,67	7463	7384	<u>4,35</u>	<u>5,88</u>	13,73	**	13
Ang020	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-
Ang021	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-
Ang022	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-
Ang023	0,50	7,8	3,8	84,73	11572	48,25	7,06	5345	4207	3,92	5,00	11,28	**	8
Ang024	0,47	7,7	3,7	79,14	11572	43,44	5,88	4629	3756	3,73	5,30	10,49	*	8
Ang025	0,76	8,3	5,1	146,90	15396	78,26	13,93	8806	9601	5,30	6,67	15,89	**	12
Apu026	0,36	9,7	5,0	61,59	7943	37,66	3,92	2079	1196	1,96	3,04	6,47	*	12
Apu027	0,36	9,7	5,0	61,59	7943	37,66	3,92	2079	1196	1,96	3,04	6,47	*	12
Apu028	0,36	9,7	5,0	61,59	7943	37,66	3,92	2079	1196	1,96	3,04	6,47	*	12
Apu029	0,36	9,7	5,0	61,59	7943	37,66	3,92	2079	1196	1,96	3,04	6,47	*	12
Ara030	0,77	11,7	5,8	<u>149,82</u>	<u>15575</u>	<u>78,43</u>	<u>14,29</u>	<u>11955</u>	<u>11002</u>	<u>4,56</u>	<u>6,33</u>	<u>16,30</u>	*	20
Ara031	0,50	<u>8,3</u>	<u>4,3</u>	<u>89,48</u>	<u>11243</u>	<u>49,12</u>	<u>6,27</u>	<u>5302</u>	<u>4042</u>	<u>3,56</u>	<u>4,71</u>	<u>9,69</u>	**	29
Aro032	0,79	7,6	4,6	136,41	15004	82,38	13,83	8738	9591	5,39	6,18	16,77	**	8
Ata033	0,52	8,8	3,2	89,63	11768	52,27	<u>6,72</u>	5286	3844	<u>3,68</u>	2,94	8,43	**	8

ANEXO B - Propriedades físicas e mecânicas das espécies do estudo, incluindo as estimativas pelas equações de regressão, a fonte dos dados e o nível de reconhecimento da espécie (nome científico) na literatura.

CÓD	DEb	CTt	CTr	FEr	FEE	CPpar	CPpel	DUpa	DUtr	TRper	FDr	Clr	NR	FT
Bac034	0,70	<u>9,0</u>	4,0	<u>135,13</u>	<u>14632</u>	<u>70,83</u>	<u>11,84</u>	<u>10115</u>	<u>8917</u>	<u>4,46</u>	<u>6,09</u>	<u>14,62</u>	*	20
Bac035	0,71	9,1	5,1	162,99	<u>14775</u>	72,96	<u>12,17</u>	<u>10383</u>	<u>9209</u>	<u>4,48</u>	<u>6,13</u>	<u>14,86</u>	**	5
Baf036	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-
Baj037	0,86	8,7	4,9	147,39	14808	84,24	17,75	13406	13200	3,24	5,98	17,16	*	12
Baj038	0,48	7,5	5,1	95,91	11866	44,91	4,81	7306	5825	3,04	3,63	12,26	*	12
Bal039	0,80	7,4	4,0	165,05	<u>15940</u>	85,02	<u>15,41</u>	<u>12695</u>	<u>11904</u>	<u>4,57</u>	<u>6,39</u>	<u>17,01</u>	**	5
Bre040	0,70	9,1	5,2	126,11	14122	71,10	10,40	10611	8532	4,81	6,28	16,28	*	8
Bre041	0,63	8,4	4,2	114,15	12651	63,25	9,22	8983	6747	4,90	5,98	14,61	**	8
Bre042	0,74	9,0	4,6	134,65	14318	76,39	15,20	12013	9650	6,47	6,86	17,95	**	8
Bur043	0,39	7,5	5,6	62,66	8924	32,56	3,73	2295	1442	2,75	3,73	6,57	**	12
Cab044	0,70	<u>9,0</u>	<u>5,2</u>	<u>135,13</u>	<u>14632</u>	<u>70,83</u>	<u>11,84</u>	<u>10115</u>	<u>8917</u>	<u>4,46</u>	<u>6,09</u>	<u>14,62</u>	*	15
Caf045	0,63	<u>8,7</u>	<u>4,8</u>	<u>119,58</u>	<u>13563</u>	<u>63,23</u>	<u>9,63</u>	<u>8268</u>	<u>6970</u>	<u>4,24</u>	<u>5,70</u>	<u>12,90</u>	*	15
Caf046	0,69	9,7	3,4	<u>132,95</u>	<u>14487</u>	<u>69,74</u>	<u>11,51</u>	<u>9848</u>	<u>8627</u>	<u>4,43</u>	<u>6,04</u>	<u>14,37</u>	*	20
Caf047	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-
Caj048	0,44	5,0	3,6	73,94	10199	43,84	5,00	3452	2844	<u>3,18</u>	<u>4,18</u>	9,71	**	13
Caj049	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-
Cam050	0,46	10,0	4,3	87,48	10787	49,72	5,59	5786	3864	3,04	3,73	7,85	**	8
Can051	0,49	5,1	4,3	55,41	8041	33,44	4,51	1079	<u>3861</u>	<u>3,50</u>	<u>4,62</u>	<u>9,45</u>	**	11
Cap052	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-
Car053	0,77	8,8	6,2	<u>149,82</u>	<u>15575</u>	<u>78,43</u>	<u>14,29</u>	<u>11955</u>	<u>11002</u>	<u>4,56</u>	<u>6,33</u>	<u>16,30</u>	*	29
Car054	0,77	8,8	6,2	<u>149,82</u>	<u>15575</u>	<u>78,43</u>	<u>14,29</u>	<u>11955</u>	<u>11002</u>	<u>4,56</u>	<u>6,33</u>	<u>16,30</u>	*	29
Car055	0,76	10,8	6,2	<u>147,78</u>	<u>15448</u>	<u>77,34</u>	<u>13,93</u>	<u>11700</u>	<u>10701</u>	<u>4,56</u>	<u>6,31</u>	<u>16,06</u>	*	29
Car056	0,65	<u>8,8</u>	<u>4,9</u>	<u>124,09</u>	<u>13882</u>	<u>65,40</u>	<u>10,24</u>	<u>8787</u>	<u>7505</u>	<u>4,31</u>	<u>5,82</u>	<u>13,39</u>	**	3
Car057	0,75	10,6	4,1	<u>145,72</u>	<u>15319</u>	<u>76,26</u>	<u>13,57</u>	<u>11441</u>	<u>10400</u>	<u>4,55</u>	<u>6,28</u>	<u>15,83</u>	**	30
Cas058	0,63	9,4	4,7	116,01	12553	58,35	9,90	8071	6541	4,22	<u>5,70</u>	11,47	**	11
Cat059	0,66	9,1	4,9	119,74	14220	68,55	10,98	9669	7826	3,33	5,00	13,14	*	8
Cat060	0,66	9,1	4,9	119,74	14220	68,55	10,98	9669	7826	3,33	5,00	13,14	*	8
Cau061	0,39	10,5	6,2	55,80	8924	36,77	3,63	2716	1393	1,86	2,94	5,88	**	12
Ced062	0,49	8,8	4,0	91,20	11180	47,56	5,69	5492	4717	3,43	<u>4,62</u>	10,00	*	27
Ced063	0,49	6,4	4,3	70,02	7943	43,74	5,69	4413	3177	<u>3,50</u>	<u>4,62</u>	7,45	**	32
Ced064	0,50	<u>8,3</u>	<u>4,3</u>	<u>89,48</u>	<u>11243</u>	<u>49,12</u>	<u>6,27</u>	<u>5302</u>	<u>4042</u>	<u>3,56</u>	<u>4,71</u>	<u>9,69</u>	**	26
Cer065	0,49	5,5	2,7	<u>87,15</u>	<u>11046</u>	<u>48,03</u>	<u>6,05</u>	<u>5112</u>	<u>3861</u>	<u>3,50</u>	<u>4,62</u>	<u>9,45</u>	*	29

ANEXO B - Propriedades físicas e mecânicas das espécies do estudo, incluindo as estimativas pelas equações de regressão, a fonte dos dados e o nível de reconhecimento da espécie (nome científico) na literatura.

CÓD	DEb	CTt	CTr	FEr	FEE	CPpar	CPpel	DUpa	DUtr	TRper	FDr	Clr	NR	FT
Cer066	0,71	11,3	5,8	143,86	15887	72,47	12,36	12896	11199	4,22	6,77	16,18	*	8
Coa067	0,78	<u>9,3</u>	<u>5,5</u>	<u>151,83</u>	<u>15699</u>	<u>79,51</u>	<u>14,66</u>	<u>12207</u>	<u>11303</u>	<u>4,57</u>	<u>6,36</u>	<u>16,54</u>	*	15
Cop068	0,50	6,7	3,6	85,12	11866	49,82	6,47	1147	<u>4042</u>	3,24	<u>4,71</u>	11,96	**	11
Cop069	0,50	6,7	3,6	85,12	11866	49,82	6,47	1147	<u>4042</u>	3,24	<u>4,71</u>	11,96	*	11
Cop070	0,73	<u>9,1</u>	<u>5,3</u>	<u>141,54</u>	<u>15052</u>	<u>74,09</u>	<u>12,86</u>	<u>10915</u>	<u>9801</u>	<u>4,52</u>	<u>6,21</u>	<u>15,34</u>	*	4
Cor071	0,49	5,9	4,3	<u>87,15</u>	9905	43,64	8,14	3511	3413	<u>3,50</u>	<u>4,62</u>	7,94	*	13
Cor072	0,49	5,9	4,3	<u>87,15</u>	9905	43,64	8,14	3511	3413	<u>3,50</u>	<u>4,62</u>	7,94	*	13
Cum073	0,75	10,1	6,5	124,74	12651	63,15	15,49	7306	8287	5,49	6,67	12,85	**	12
Cum074	0,91	8,4	5,4	172,99	17946	96,79	20,59	13131	15700	4,81	8,53	21,97	**	8
Cum075	0,83	7,0	6,0	145,63	14514	90,42	18,83	11650	12092	<u>4,55</u>	<u>6,42</u>	16,57	**	13
Cup076	0,93	<u>9,8</u>	<u>5,4</u>	<u>178,77</u>	<u>17256</u>	<u>95,80</u>	<u>20,58</u>	<u>15049</u>	<u>15463</u>	<u>4,31</u>	<u>6,29</u>	<u>19,91</u>	*	19
Emb077	0,31	6,5	3,7	<u>46,87</u>	<u>7068</u>	<u>28,49</u>	<u>3,00</u>	<u>2824</u>	<u>1691</u>	<u>2,32</u>	<u>3,03</u>	<u>5,32</u>	*	20
Env078	0,72	10,2	3,5	<u>139,42</u>	<u>14915</u>	<u>73,00</u>	<u>12,51</u>	<u>10650</u>	<u>9504</u>	<u>4,50</u>	<u>6,17</u>	<u>15,10</u>	*	20
Env079	0,57	8,1	4,9	122,78	15004	65,21	6,47	6669	5600	2,35	5,00	10,20	*	8
Env080	0,72	10,2	3,5	<u>139,42</u>	<u>14915</u>	<u>73,00</u>	<u>12,51</u>	<u>10650</u>	<u>9504</u>	<u>4,50</u>	<u>6,17</u>	<u>15,10</u>	*	20
Env081	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-
Env082	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-
Env083	0,77	6,6	4,7	155,93	<u>15575</u>	87,97	<u>14,29</u>	<u>11955</u>	<u>11002</u>	<u>4,56</u>	<u>6,33</u>	<u>16,30</u>	*	5
Env084	0,56	11,4	6,7	115,03	15887	62,08	5,69	6561	4972	2,26	4,71	8,43	*	8
Esp085	0,60	10,1	4,9	104,54	12945	57,86	8,53	6776	4864	3,43	6,37	11,47	**	12
Far086	0,72	<u>9,1</u>	<u>5,3</u>	<u>139,42</u>	<u>14915</u>	<u>73,00</u>	<u>12,51</u>	<u>10650</u>	<u>9504</u>	<u>4,50</u>	<u>6,17</u>	<u>15,10</u>	*	15
Fav087	0,61	<u>8,7</u>	<u>4,7</u>	<u>115,02</u>	<u>13235</u>	<u>61,06</u>	<u>9,05</u>	<u>7761</u>	<u>6455</u>	<u>4,15</u>	<u>5,56</u>	<u>12,40</u>	*	15
Fav088	0,47	7,7	3,7	79,14	11572	43,44	5,88	4629	3756	3,73	5,30	10,49	*	8
Fav089	0,84	9,3	4,2	161,61	16769	78,65	14,81	9277	10434	5,49	7,94	17,36	**	8
Fei090	0,67	10,3	4,7	122,78	14612	70,61	10,59	8659	8208	3,63	4,90	12,75	*	8
Fei091	0,77	<u>9,3</u>	<u>5,5</u>	<u>149,82</u>	<u>15575</u>	<u>78,43</u>	<u>14,29</u>	<u>11955</u>	<u>11002</u>	<u>4,56</u>	<u>6,33</u>	<u>16,30</u>	*	16
Gam092	0,36	9,7	5,0	61,59	7943	37,66	3,92	2079	1196	1,96	3,04	6,47	*	12
Gog093	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-
Gra094	0,71	<u>9,0</u>	<u>5,2</u>	<u>137,28</u>	<u>14775</u>	<u>71,91</u>	<u>12,17</u>	<u>10383</u>	<u>9209</u>	<u>4,48</u>	<u>6,13</u>	<u>14,86</u>	*	15
Gua095	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-
Gua096	0,60	6,2	3,1	108,85	12160	64,53	9,32	7836	6119	2,84	5,00	11,67	**	8
Imb097	0,33	8,3	2,8	<u>51,08</u>	<u>7551</u>	<u>30,67</u>	<u>3,26</u>	<u>2973</u>	<u>1837</u>	<u>2,45</u>	<u>3,20</u>	<u>5,75</u>	*	20

ANEXO B - Propriedades físicas e mecânicas das espécies do estudo, incluindo as estimativas pelas equações de regressão, a fonte dos dados e o nível de reconhecimento da espécie (nome científico) na literatura.

CÓD	DEb	CTt	CTr	FEr	FEE	CPpar	CPpel	DUpa	DUtr	TRper	FDr	Clr	NR	FT
Imb098	0,33	8,3	2,8	<u>51,08</u>	<u>7551</u>	<u>30,67</u>	<u>3,26</u>	<u>2973</u>	<u>1837</u>	<u>2,45</u>	<u>3,20</u>	<u>5,75</u>	*	20
Imb099	0,33	8,3	2,8	<u>51,08</u>	<u>7551</u>	<u>30,67</u>	<u>3,26</u>	<u>2973</u>	<u>1837</u>	<u>2,45</u>	<u>3,20</u>	<u>5,75</u>	*	20
Imb100	0,80	9,8	5,8	142,00	15396	84,63	12,85	15416	13965	4,41	5,88	17,65	*	12
Ing101	0,67	10,0	4,5	153,87	15593	75,22	11,96	12739	10866	6,08	7,06	18,63	*	8
Ing102	0,67	10,0	4,5	153,87	15593	75,22	11,96	12739	10866	6,08	7,06	18,63	*	8
Ing103	0,67	10,0	4,5	153,87	15593	75,22	11,96	12739	10866	6,08	7,06	18,63	*	8
Ing104	0,67	10,0	4,5	153,87	15593	75,22	11,96	12739	10866	6,08	7,06	18,63	*	8
Ing105	0,67	10,0	4,5	153,87	15593	75,22	11,96	12739	10866	6,08	7,06	18,63	*	8
Ing106	0,89	<u>9,7</u>	<u>5,6</u>	<u>172,24</u>	<u>16897</u>	<u>91,45</u>	<u>18,95</u>	<u>14519</u>	<u>14469</u>	<u>4,44</u>	<u>6,38</u>	<u>19,05</u>	*	23
Ing107	0,67	10,0	4,5	153,87	15593	75,22	11,96	12739	10866	6,08	7,06	18,63	*	8
Inh108	0,74	9,4	5,6	152,69	15985	86,20	11,18	11287	9159	4,41	6,86	14,81	**	8
Inh109	0,69	8,6	5,2	142,49	15298	76,79	13,53	12503	11425	4,02	5,59	14,32	*	12
Ipe110	0,87	10,1	7,4	200,64	16573	100,13	<u>18,15</u>	16328	14426	<u>4,48</u>	<u>6,41</u>	16,57	**	13
Ita111	0,79	12,0	6,4	160,34	15200	86,49	17,36	10111	10189	<u>4,57</u>	<u>6,37</u>	16,18	**	13
Ita112	0,89	<u>9,7</u>	<u>5,6</u>	<u>172,24</u>	<u>16897</u>	<u>91,45</u>	<u>18,95</u>	<u>14519</u>	<u>14469</u>	<u>4,44</u>	<u>6,38</u>	<u>19,05</u>	*	7
Ita113	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-
Jac114	0,92	8,1	4,2	<u>177,18</u>	<u>17170</u>	<u>94,71</u>	<u>20,17</u>	<u>14937</u>	<u>15227</u>	<u>4,35</u>	<u>6,32</u>	<u>19,70</u>	*	32
Jar115	0,30	<u>7,5</u>	<u>4,7</u>	<u>44,80</u>	<u>6822</u>	<u>27,41</u>	<u>2,88</u>	<u>2760</u>	<u>1625</u>	<u>2,25</u>	<u>2,94</u>	<u>5,11</u>	**	16
Jat116	0,76	7,7	7,4	137,20	15593	75,81	13,83	12288	10944	6,67	7,45	19,02	**	8
Jen117	0,66	<u>8,9</u>	<u>5,0</u>	<u>126,33</u>	<u>14037</u>	<u>66,49</u>	<u>10,55</u>	<u>9050</u>	<u>7780</u>	<u>4,35</u>	<u>5,88</u>	<u>13,64</u>	**	4
Jeq118	0,49	5,9	4,3	76,10	9905	43,64	8,14	3511	3413	<u>3,50</u>	<u>4,62</u>	7,94	*	13
Jit119	0,66	11,5	6,6	127,09	13729	61,68	12,94	9346	8483	<u>4,35</u>	<u>5,88</u>	12,26	*	13
Jit120	0,66	11,5	6,6	127,09	13729	61,68	12,94	9346	8483	<u>4,35</u>	<u>5,88</u>	12,26	*	13
Jit121	0,66	11,5	6,6	127,09	13729	61,68	12,94	9346	8483	<u>4,35</u>	<u>5,88</u>	12,26	*	13
Joa122	0,56	<u>8,5</u>	<u>4,5</u>	<u>103,47</u>	<u>12368</u>	<u>55,63</u>	<u>7,70</u>	<u>6565</u>	<u>5265</u>	<u>3,91</u>	<u>5,20</u>	<u>11,17</u>	*	29
Jut123	0,83	8,7	3,6	153,57	16279	85,32	16,38	14337	13906	6,57	7,35	21,08	*	8
Lar124	0,71	<u>9,0</u>	<u>5,2</u>	<u>137,28</u>	<u>14775</u>	<u>71,91</u>	<u>12,17</u>	<u>10383</u>	<u>9209</u>	<u>4,48</u>	<u>6,13</u>	<u>14,86</u>	**	5
Lim125	0,50	8,6	5,8	106,60	10787	51,48	7,55	5129	3521	3,33	5,49	9,61	*	12
Lou126	0,59	7,8	3,9	113,86	12945	61,78	8,43	5090	4874	5,20	6,96	12,45	*	8
Lou127	0,59	7,8	3,9	113,86	12945	61,78	8,43	5090	4874	5,20	6,96	12,45	*	8
Lou128	0,52	9,2	3,1	73,16	9611	43,35	4,61	2854	2893	<u>3,68</u>	<u>4,87</u>	8,04	*	13
Lou129	0,69	9,6	5,1	116,21	13631	61,00	10,10	4992	5266	<u>4,43</u>	<u>6,04</u>	12,65	**	13
Lou130	0,59	7,8	3,9	113,86	12945	61,78	8,43	5090	4874	5,20	6,96	12,45	*	8

ANEXO B - Propriedades físicas e mecânicas das espécies do estudo, incluindo as estimativas pelas equações de regressão, a fonte dos dados e o nível de reconhecimento da espécie (nome científico) na literatura.

CÓD	DEb	CTt	CTr	FEr	FEE	CPpar	CPpel	DUpa	DUtr	TRper	FDr	Clr	NR	FT
Lou131	0,73	9,1	5,3	165,54	17554	85,51	12,75	10562	8983	5,30	5,59	16,77	*	8
Lou132	0,55	7,7	4,2	107,97	11866	60,02	7,16	4933	4491	5,49	<u>5,12</u>	12,45	**	8
Mac133	0,83	8,3	5,9	128,17	13533	<u>84,94</u>	15,20	8698	9101	5,59	4,31	15,98	*	8
Mac134	0,77	11,9	6,1	161,03	17064	83,36	11,47	12199	12249	4,02	4,81	15,20	*	8
Mac135	0,77	11,9	6,1	161,03	17064	83,36	11,47	12199	12249	4,02	4,81	15,20	*	8
Mal136	0,30	<u>7,5</u>	<u>4,7</u>	<u>44,80</u>	<u>6822</u>	<u>27,41</u>	<u>2,88</u>	<u>2760</u>	<u>1625</u>	<u>2,25</u>	<u>2,94</u>	<u>5,11</u>	*	16
Mal137	0,27	<u>7,4</u>	<u>5,0</u>	<u>38,77</u>	<u>6070</u>	<u>24,15</u>	<u>2,53</u>	<u>2606</u>	<u>1458</u>	<u>2,06</u>	<u>2,69</u>	<u>4,49</u>	**	3
Man138	0,47	10,1	3,2	93,56	11082	48,84	<u>5,63</u>	5060	3952	3,04	<u>4,45</u>	7,45	*	11
Man139	0,69	8,6	5,2	142,49	15298	76,79	13,53	12503	11425	4,02	<u>5,59</u>	14,32	*	12
Mar140	0,90	8,2	4,4	157,69	16377	86,40	18,24	13062	14053	5,20	6,28	18,53	*	8
Mar141	0,54	5,0	<u>4,4</u>	<u>98,82</u>	<u>12003</u>	<u>53,46</u>	<u>7,20</u>	<u>6121</u>	<u>4831</u>	<u>3,80</u>	<u>5,04</u>	<u>10,67</u>	*	29
Mar142	0,31	8,2	5,4	55,11	8728	30,69	3,04	3295	1883	2,84	<u>3,03</u>	5,98	**	27
Mat143	0,81	9,6	6,2	139,45	14710	<u>82,77</u>	17,95	<u>12930</u>	11327	<u>4,56</u>	<u>6,40</u>	15,79	**	13
Mog144	0,48	5,7	3,3	55,11	6472	31,68	7,06	5070	4266	<u>3,44</u>	<u>4,53</u>	8,73	**	32
Mor145	0,41	9,1	6,7	71,10	11082	39,72	4,51	4795	3511	3,82	6,08	10,40	**	8
Mui146	0,67	10,3	4,7	122,78	14612	70,61	10,59	8659	8208	3,63	4,90	12,75	*	8
Mui147	0,90	8,2	4,4	157,69	16377	86,40	18,24	13062	14053	5,20	6,28	18,53	*	8
Mul148	0,31	<u>7,6</u>	<u>4,6</u>	<u>46,87</u>	<u>7068</u>	<u>28,49</u>	<u>3,00</u>	<u>2824</u>	<u>1691</u>	<u>2,32</u>	<u>3,03</u>	<u>5,32</u>	**	19
Mul149	0,67	10,3	4,7	122,78	14612	70,61	10,59	8659	8208	3,63	4,90	12,75	*	8
Mur150	0,90	8,2	4,4	157,69	16377	86,40	18,24	13062	14053	5,20	6,28	18,53	*	8
Mur151	0,67	9,1	5,0	137,49	14220	76,98	14,71	14347	<u>8058</u>	4,12	5,39	15,98	**	12
Mut152	0,30	<u>7,5</u>	<u>4,7</u>	<u>44,80</u>	<u>6822</u>	<u>27,41</u>	<u>2,88</u>	<u>2760</u>	<u>1625</u>	<u>2,25</u>	<u>2,94</u>	<u>5,11</u>	*	16
Pac153	0,73	<u>9,1</u>	<u>5,3</u>	<u>141,54</u>	<u>15052</u>	<u>74,09</u>	<u>12,86</u>	<u>10915</u>	<u>9801</u>	<u>4,52</u>	<u>6,21</u>	<u>15,34</u>	**	7
Pam154	0,75	9,9	5,2	<u>145,72</u>	<u>15319</u>	<u>76,26</u>	<u>13,57</u>	<u>11441</u>	<u>10400</u>	<u>4,55</u>	<u>6,28</u>	<u>15,83</u>	*	30
Pam155	0,68	<u>8,9</u>	<u>5,1</u>	<u>130,76</u>	<u>14340</u>	<u>68,66</u>	<u>11,18</u>	<u>9581</u>	<u>8341</u>	<u>4,41</u>	<u>5,99</u>	<u>14,13</u>	*	19
Pam156	0,75	9,9	5,2	<u>145,72</u>	<u>15319</u>	<u>76,26</u>	<u>13,57</u>	<u>11441</u>	<u>10400</u>	<u>4,55</u>	<u>6,28</u>	<u>15,83</u>	*	30
Pau157	0,53	8,2	2,9	<u>96,49</u>	<u>11817</u>	<u>52,38</u>	<u>6,96</u>	<u>5907</u>	<u>4624</u>	<u>3,74</u>	<u>4,96</u>	<u>10,43</u>	*	20
Pau158	0,77	12,3	6,3	158,28	16966	82,96	10,98	9571	9650	6,18	8,53	15,40	**	8
Pau159	0,53	<u>8,4</u>	<u>4,4</u>	<u>96,49</u>	<u>11817</u>	<u>52,38</u>	<u>6,96</u>	<u>5907</u>	<u>4624</u>	<u>3,74</u>	<u>4,96</u>	<u>10,43</u>	**	16
Pau160	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-
Pau161	0,70	<u>9,0</u>	<u>5,2</u>	<u>135,13</u>	<u>14632</u>	<u>70,83</u>	<u>11,84</u>	<u>10115</u>	<u>8917</u>	<u>4,46</u>	<u>6,09</u>	<u>14,62</u>	**	7
Pau162	0,45	6,3	3,2	<u>77,87</u>	<u>10234</u>	<u>43,69</u>	<u>5,23</u>	<u>4418</u>	<u>3203</u>	<u>3,25</u>	<u>4,27</u>	<u>8,49</u>	**	30
Pau163	0,67	6,8	3,9	<u>128,55</u>	<u>14190</u>	<u>67,57</u>	<u>10,86</u>	<u>9314</u>	<u>8058</u>	<u>4,38</u>	<u>5,93</u>	<u>13,88</u>	*	20

ANEXO B - Propriedades físicas e mecânicas das espécies do estudo, incluindo as estimativas pelas equações de regressão, a fonte dos dados e o nível de reconhecimento da espécie (nome científico) na literatura.

CÓD	DEb	CTt	CTr	FEr	FEE	CPpar	CPpel	DUpa	DUtr	TRper	FDr	Clr	NR	FT
Pen164	0,36	6,5	2,3	52,86	6669	31,77	4,41	3825	2481	2,94	<u>3,46</u>	6,18	**	11
Per165	0,65	6,2	4,4	136,31	13827	65,12	12,06	10572	8238	3,24	4,90	14,81	**	11
Pin166	0,82	<u>9,4</u>	<u>5,6</u>	<u>159,63</u>	<u>16171</u>	<u>83,86</u>	<u>16,18</u>	<u>13159</u>	<u>12498</u>	<u>4,56</u>	<u>6,41</u>	<u>17,47</u>	**	22
Piq167	0,63	8,5	4,3	99,83	11180	46,48	9,32	4864	5041	5,49	5,69	12,16	**	12
Piq168	0,65	8,0	3,9	112,48	<u>13882</u>	59,82	<u>10,24</u>	<u>8787</u>	<u>7505</u>	<u>4,31</u>	<u>5,82</u>	<u>13,39</u>	**	27
Pit169	0,97	9,4	6,7	193,68	16279	103,17	25,89	14632	14406	<u>4,15</u>	<u>6,15</u>	18,63	*	13
Por170	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-
Qua171	0,46	10,0	4,3	87,48	10787	49,72	5,59	5786	3864	3,04	3,73	7,85	*	8
Qui172	0,93	<u>9,8</u>	<u>5,4</u>	<u>178,77</u>	<u>17256</u>	<u>95,80</u>	<u>20,58</u>	<u>15049</u>	<u>15463</u>	<u>4,31</u>	<u>6,29</u>	<u>19,91</u>	*	17
Rox173	0,81	8,1	5,1	187,11	17750	90,52	19,91	16181	15063	2,84	4,81	18,14	*	12
Sam174	0,29	5,5	2,7	29,32	4413	23,73	1,86	2314	1510	1,86	<u>2,86</u>	3,73	**	27
Sam175	0,30	<u>7,5</u>	<u>4,7</u>	<u>44,80</u>	<u>6822</u>	<u>27,41</u>	<u>2,88</u>	<u>2760</u>	<u>1625</u>	<u>2,25</u>	<u>2,94</u>	<u>5,11</u>	**	26
Sam176	0,29	5,5	2,7	29,32	4413	23,73	1,86	2314	1510	1,86	<u>2,86</u>	3,73	*	27
Sap177	0,56	<u>8,5</u>	<u>4,5</u>	<u>103,47</u>	<u>12368</u>	<u>55,63</u>	<u>7,70</u>	<u>6565</u>	<u>5265</u>	<u>3,91</u>	<u>5,20</u>	<u>11,17</u>	*	5
Ser178	0,39	7,5	5,6	66,39	9414	38,05	4,41	2511	1569	2,75	3,73	6,77	*	12
Ser179	0,45	<u>8,1</u>	<u>4,2</u>	<u>77,87</u>	<u>10234</u>	<u>43,69</u>	<u>5,23</u>	<u>4418</u>	<u>3203</u>	<u>3,25</u>	<u>4,27</u>	<u>8,49</u>	**	16
Sor180	0,57	<u>8,5</u>	<u>4,5</u>	<u>105,80</u>	<u>12547</u>	<u>56,72</u>	<u>7,96</u>	<u>6795</u>	<u>5491</u>	<u>3,96</u>	<u>5,27</u>	<u>11,41</u>	**	30
Suc181	0,71	8,4	4,5	135,43	14906	64,82	11,18	7649	7894	3,53	4,90	13,83	**	8
Suc182	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-
Suc183	0,77	6,6	4,7	155,93	<u>15575</u>	87,97	<u>14,29</u>	<u>11955</u>	<u>11002</u>	<u>4,56</u>	<u>6,33</u>	<u>16,30</u>	**	5
Tab184	0,80	<u>9,4</u>	<u>5,6</u>	<u>155,78</u>	<u>15940</u>	<u>81,68</u>	<u>15,41</u>	<u>12695</u>	<u>11904</u>	<u>4,57</u>	<u>6,39</u>	<u>17,01</u>	*	15
Tam185	0,88	8,9	5,1	188,58	17162	90,42	21,87	16867	16122	4,41	7,16	22,36	**	8
Tap186	0,40	4,5	2,8	<u>66,45</u>	<u>9162</u>	<u>38,26</u>	<u>4,32</u>	<u>3699</u>	<u>2528</u>	<u>2,92</u>	<u>3,82</u>	<u>7,32</u>	**	30
Tat187	0,73	5,9	3,2	153,47	12651	86,10	<u>12,86</u>	11415	10611	5,30	6,86	15,59	**	12
Tau188	0,50	6,6	4,2	83,06	10885	44,62	6,28	5776	4599	3,73	4,81	10,40	*	8
Tax189	0,37	6,2	3,6	<u>59,75</u>	<u>8487</u>	<u>35,01</u>	<u>3,84</u>	<u>3348</u>	<u>2197</u>	<u>2,72</u>	<u>3,55</u>	<u>6,63</u>	**	30
Tax190	0,57	7,5	5,2	130,62	12945	57,47	8,83	8600	7875	3,73	6,08	14,12	*	8
Tax191	0,62	8,1	4,1	122,29	13337	62,86	10,20	9022	7208	4,71	6,08	16,77	*	8
Tax192	0,85	<u>9,5</u>	<u>5,6</u>	<u>165,21</u>	<u>16498</u>	<u>87,11</u>	<u>17,35</u>	<u>13799</u>	<u>13369</u>	<u>4,52</u>	<u>6,42</u>	<u>18,16</u>	*	16
Tim193	0,37	4,5	2,4	48,84	7649	37,66	4,12	3854	2824	2,26	3,14	8,83	**	8
Tor194	0,40	<u>7,9</u>	<u>4,2</u>	<u>66,45</u>	<u>9162</u>	<u>38,26</u>	<u>4,32</u>	<u>3699</u>	<u>2528</u>	<u>2,92</u>	<u>3,82</u>	<u>7,32</u>	*	29
Tor195	0,40	<u>7,9</u>	<u>4,2</u>	<u>66,45</u>	<u>9162</u>	<u>38,26</u>	<u>4,32</u>	<u>3699</u>	<u>2528</u>	<u>2,92</u>	<u>3,82</u>	<u>7,32</u>	*	29
Tor196	0,40	<u>7,9</u>	<u>4,2</u>	<u>66,45</u>	<u>9162</u>	<u>38,26</u>	<u>4,32</u>	<u>3699</u>	<u>2528</u>	<u>2,92</u>	<u>3,82</u>	<u>7,32</u>	*	29

ANEXO B - Propriedades físicas e mecânicas das espécies do estudo, incluindo as estimativas pelas equações de regressão, a fonte dos dados e o nível de reconhecimento da espécie (nome científico) na literatura.

CÓD	DEb	CTt	CTr	FEr	FEE	CPpar	CPpel	DUpa	DUtr	TRper	FDr	Clr	NR	FT
Ucu197	0,50	7,4	3,6	88,06	12356	45,99	5,00	4354	3432	3,53	4,22	9,02	**	12
Ucu198	0,50	8,3	4,6	95,32	11866	51,19	5,88	6580	4629	<u>3,56</u>	<u>4,71</u>	9,90	*	32
Ucu199	0,39	<u>7,9</u>	<u>4,2</u>	<u>64,20</u>	<u>8939</u>	<u>37,18</u>	<u>4,16</u>	<u>3575</u>	<u>2411</u>	<u>2,85</u>	<u>3,73</u>	<u>7,09</u>	**	30
Vel200	0,30	<u>7,5</u>	<u>4,7</u>	<u>44,80</u>	<u>6822</u>	<u>27,41</u>	<u>2,88</u>	<u>2760</u>	<u>1625</u>	<u>2,25</u>	<u>2,94</u>	<u>5,11</u>	*	16
Vio201	0,74	4,6	2,6	101,89	<u>15187</u>	<u>75,17</u>	10,89	8963	8934	<u>4,53</u>	<u>6,25</u>	<u>15,59</u>	**	32
Xix202	0,57	9,7	4,5	<u>105,80</u>	<u>12547</u>	<u>56,72</u>	<u>7,96</u>	<u>6795</u>	<u>5491</u>	<u>3,96</u>	<u>5,27</u>	<u>11,41</u>	**	30
Xix203	0,48	10,6	5,3	87,38	12062	46,29	4,90	4540	3609	2,75	4,41	8,83	*	8
Xix204	0,70	<u>9,0</u>	<u>5,2</u>	<u>135,13</u>	<u>14632</u>	<u>70,83</u>	<u>11,84</u>	<u>10115</u>	<u>8917</u>	<u>4,46</u>	<u>6,09</u>	<u>14,62</u>	*	15

Onde:

CÓD = código da espécie utilizado neste trabalho

DEb = densidade básica, em g.cm<sup>-3</sup>

CTt = contração tangencial, em %

CTr = contração radial, em %

FEr = módulo de ruptura à flexão estática, em MPa

FEE = módulo de elasticidade à flexão estática, em MPa

CPpar = resistência à ruptura à compressão paralela às fibras, em MPa

CPpel = resistência no limite proporcional à compressão perpendicular às fibras, em MPa

DUpa = dureza Janka paralela às fibras, em N

DUtr = dureza Janka transversal às fibras, em N

TRper = resistência à ruptura à tração perpendicular às fibras, em MPa

FDr = resistência à ruptura ao fendilhamento, em MPa

Clr = resistência à ruptura ao cisalhamento, em MPa

NR = nível de reconhecimento da espécie (nome científico) na literatura pesquisada: \*\* por coincidência de gênero e de espécie  
\* por coincidência somente de gênero

FT = fonte dos dados (ver ANEXO C)

Notas:

1. Os dados sublinhados são estimativas por meio de equações de regressão (ver Tabela 11).

2. As espécies sem informações são aquelas não identificadas pelo nome científico e/ou não encontradas na literatura pesquisada.

ANEXO C - Bibliografias consultadas na coleta dos dados das propriedades físicas, mecânicas e tecnológicas das espécies do estudo.

1. BERTI, R.N.; ABBATE, M.L.E. Legnami tropicali importati in Itália: anatomia e identificazione. Instituto di Assestamento e Tecnologia Forestale: Università di Firenze/Instituto per la Ricerca sul Legno – Firenze. Milano: Ribera Editore, 1988. 320p.
2. BRASIL. SUPERINTENDENCIA DO DESENVOLVIMENTO DA AMAZÔNIA. SUDAM DOCUMENTA (documentos amazônicos). v 1, n 1, out/dez 1969. Belém: Assessoria de Programação e Coordenação, Divisão de Documentação, 1972. 175p.
3. CARPIO MALAVASSI, I.M. Maderas de Costa Rica: 150 espécies forestales. 1 ed. San José: Editorial de la Universidad de Costa Rica, 1992. 338p.
4. CARVALHO, P.E.R. Espécies florestais brasileiras: recomendações silviculturais, potencialidades e uso da madeira. Colombo: EMBRAPA-CNPQ; Brasília: EMBRAPA-SPI, 1994. 640p.
5. CHICHIGNOUD, M.; DÉON, G.; DÉTIENNE, P.; PARANT, B.; VANTOMME, P. Atlas de maderas tropicales de América Latina. Yokohama: OIMT/CTFT, 1990. 218p.
6. ESCOLA DE ENGENHARIA DE SÃO CARLOS. Relatório de atividades: Projeto: Determinação de propriedades físicas de resistência e de elasticidade de dezoito espécies de madeira do estado de Roraima. São Carlos: EESC-LAMEM/USP, 1992. 50p.
7. FARIA, C.M.S. Madeira da Amazônia. Identificação de 100 espécies. REDE FERROVIÁRIA FEDERAL S. A., 1981. 313p.
8. INSTITUTO BRASILEIRO DE DESENVOLVIMENTO FLORESTAL. Madeiras da Amazônia: características e utilização. Estação Experimental de Curuá-Una. Brasília: IBDF, 1988. v.2. 236p.
9. INSTITUTO BRASILEIRO DE DESENVOLVIMENTO FLORESTAL. Madeiras da Amazônia: características e utilização. Floresta Nacional do Tapajós. Brasília: IBDF, 1981. v.1. 113p.

10. INSTITUTO BRASILEIRO DE DESENVOLVIMENTO FLORESTAL. Madeiras de Tucuruí: características e utilização. Brasília, 1980. não paginado.
11. INSTITUTO BRASILEIRO DO MEIO AMBIENTE E DOS RECURSOS NATURAIS RENOVÁVEIS. Database of brazilian woods. <http://www.lpf.ibama.gov.br/> (20 nov. 2001).
12. INSTITUTO BRASILEIRO DO MEIO AMBIENTE E DOS RECURSOS NATURAIS RENOVÁVEIS. Madeiras da Amazônia: características e utilização. Amazônia Oriental. Brasília: IBAMA, 1997. v.3. 141p.
13. INSTITUTO NACIONAL DE PESQUISAS DA AMAZÔNIA. Catálogo de madeiras da Amazônia: características tecnológicas. Área da Hidrelétrica de Balbina. Manaus: INPA, 1991. 163p.
14. JANKOWSKY, I.P. Madeiras brasileiras. Caxias do Sul: Spectrum, 1990. v.1. 172p.
15. LORENZI, H. Árvores brasileiras: manual de identificação e cultivo de plantas arbóreas nativas do Brasil. Nova Odessa: Editora Planctum, 1998. v.2. 352p.
16. LORENZI, H. Árvores brasileiras: manual de identificação e cultivo de plantas arbóreas nativas do Brasil. Nova Odessa: Editora Planctum, 1992. v.1. 352p.
17. LOUREIRO, A.A.; SILVA, M.F.; ALENCAR, J.C. Essências madeireiras da Amazônia. Manaus: INPA, 1977. v.1. 315p.
18. LOUREIRO, A.A.; SILVA, M.F. Catálogo das madeiras da Amazônia. Ministério do Interior. Belém: SUDAM, 1968a. v.1. 433p.
19. LOUREIRO, A.A.; SILVA, M.F. Catálogo das madeiras da Amazônia. Ministério do Interior. Belém: SUDAM, 1968b. v.2. 411p.
20. MAINIERI, C.; CHIMELO, J.P. Fichas de características das madeiras brasileiras. 2. ed. São Paulo: IPT, 1989. 418p.
21. MAINIERI, C. Madeiras brasileiras: características gerais, zonas de maior ocorrência, dados botânicos e uso. São Paulo: IPT, 1970. 109p.

22. MAINIERI, C.P. Madeiras do Brasil: sua caracterização macroscópica, usos comuns e índices qualitativos físicos e mecânicos. Anuário Brasileiro de Economia Florestal. v.17. n.17. p. 135-416. 1965.
23. MAINIERI, C. Madeiras do Brasil: sua caracterização, usos comuns e índices qualitativos físicos e mecânicos. Anuário Brasileiro de Economia Florestal. v.10. n.10. p. 339-444. 1958.
24. PEREIRA, J.A.; MAINIERI, C. Madeiras do Brasil: sua caracterização, usos comuns e índices qualificativos físicos e mecânicos. Anuário Brasileiro de Economia Florestal. v.9. n.9. p. 331-498. 1957.
25. RIZZINI, C.T. Árvores e madeiras úteis do Brasil: manual de dendrologia brasileira. São Paulo: Edgard Blucher/EDUSP, 1971. 294p.
26. SANTOS, E. Nossas madeiras. Belo Horizonte: Ed. Itatiaia Limitada, 1987. 313p.
27. SOUZA, M.H.; MAGLIANO, M.M.; CAMARGOS, J.A.A.; SOUZA, M.R. Madeiras tropicais brasileiras. Brasília: IBAMA-LPF, 1997. 152p.
28. SOUZA, J.M.A. Caracterização e índices qualificativos de 20 espécies florestais do Acre. Rio Branco: FUNTAC, 1987. 57p.
29. SUPERINTENDÊNCIA DO DESENVOLVIMENTO DA AMAZÔNIA. Grupamento de espécies tropicais da Amazônia por similaridade de características básicas e por utilização. Belém: SUDAM-CTM/IPT, 1981. 237p.
30. TAKAHASHI, A. Compilation of data on the mechanical properties of foreign woods (part 2): Central and South America. Reprint from research report of foreign wood (nº 4). Shimame University. Matsue, Japan, 1975. 230p.
31. TAVARES, S. Madeiras do nordeste do Brasil. Universidade Rural de Pernambuco: Ministério da Agricultura, 1959. 171p.
32. VAN DER SLOOTEN, H.J. Avaliação das espécies madeireiras da Amazônia selecionadas para a manufatura de instrumentos musicais. Manaus: INPA/CPPF, 1993. 123p.

## REFERÊNCIAS BIBLIOGRÁFICAS

- ALVES, M.A. SAS - Estatística multivariada. Piracicaba: Universidade de São Paulo/ Centro de Informática do Campus "Luiz de Queiroz" - USP/CIAGRI. 2001?. 111p.
- ARAUJO, H.J.B.; OLIVEIRA, L.C. Manejo florestal sustentado em áreas de reserva legal de pequenas propriedades rurais do PC. Pedro Peixoto - Acre. Rio Branco: EMBRAPA-CPAF/AC, 1996. 7p. (EMBRAPA-CPAF-AC. Pesquisa em Andamento, 89).
- ARAUJO, H.J.B.; SILVA, I.G. Lista de espécies florestais do Acre (ocorrência com base em inventários florestais). Rio Branco: Embrapa-CPAF/AC, 2000. 77p. (EMBRAPA -CPAF/AC. Documentos, 48).
- ARAUJO, H.J.B. Índices técnicos da exploração e transformação madeireira em pequenas áreas sob manejo florestal no PC. Pedro Peixoto - Acre. Rio Branco: EMBRAPA-CPAF-Acre. 1998. 30p. (EMBRAPA-CPAF-Acre. Circular Técnica, 23).
- ARAUJO, H.J.B. Diagnóstico das indústrias de serraria do Estado do Acre. Rio Branco: FUNTAC, 1991. 238p.
- ASSOCIAÇÃO BRASILEIRA DE NORMAS TÉCNICAS. NBR 7190: Projeto de estruturas de madeira. Rio de Janeiro: ABNT, 1997. 107p.
- BRITISH STANDARD INSTITUTION. BS 373. London: BSI, 1957.
- BRITO, J.O. Princípios de produção e utilização de carvão vegetal de madeira. Piracicaba: ESALQ/USP, 1990. p. 1-19. (DOCUMENTOS FLORESTAIS n 9).
- BRITO, J.O.; BARRICHELO, L.E.G. Considerações sobre a produção de carvão vegetal com madeiras da Amazônia. n.2. 1981. 25p. (Série Técnica. IPEF).

- BROWN, H.P.; PANSHIN, A.J.; FORSAITH, C.C. Textbook of wood technology: structure, identification, defects, and uses of the commercial wood of the United States. New York: Mmcgraw-Hill, 1949. v.1. 652p.
- CAVALCANTI, T.J.S. Colonização no Acre: uma análise sócio-econômica do Projeto de Assentamento Dirigido "Pedro Peixoto". Fortaleza, 1994. 196p. Dissertação (Mestrado) - Universidade Federal do Ceará - UFCE.
- CHICHIGNOUD, M.; DÉON, G.; DÉTIENNE, P.; PARANT, B.; VANTOMME, P. Atlas de maderas tropicales de América Latina. Yokohama: OIMT/CTFT, 1990. 218p.
- CHIMELO, J.P. Development of a probability-based computerization system for identification and for property prediction of selected tropical hardwoods. Blacksburg, 1980. 202p. (Thesis PhD) - Virginia Polytechnic Institute. State University.
- FAO. Forestry. FAOSTAT. <http://www.fao.org/forestry/> (15 mai. 2000).
- FAO. State of world forests 1999. <http://www.fao.org/forestry/> (10 dez. 1999).
- FOREST PRODUCTS LABORATORY. Wood handbook: wood as an engineering material. USDA Forest Service FPL Agricultural Handbook, 1987. 466p.
- FOREST PRODUCTS LABORATORY. Wood handbook: wood as an engineering material. Madison: USDA Forest Service FPL, 1974. 1v.
- GARCIA, J.N.; QUIRINO, W.F. Influência dos extrativos solúveis em água na resistência à compressão paralela da madeira de ipê (*Tabebuia* sp.). CONGRESSO FLORESTAL PANAMERICANO, 1. CONGRESSO FLORESTAL BRASILEIRO, 7. Curitiba, 1993. Anais. p. 647-650.
- GOVERNO DO ESTADO DO ACRE. Diagnóstico do Setor Florestal Madeireiro do Estado do Acre. Rio Branco: Secretaria Executiva de Floresta e Extrativismo – SEFE, 1999. (no prelo).

- GREIG-SMITH, P.; AUSTIN, M.P.; WHITMORE, T.C. The application of quantitative methods to vegetation survey. I. Association analysis and principal component ordination of rainforest. *Journal Ecology*. v. 55, n. 2. p. 483-503, 1967.
- HARCOURT, C.S.; SAYER, J.A. The conservation atlas of tropical forests: the Americas. New York: Simon & Schuster, 1996. 335p.
- HART, C.; JAY, B.A. The structure of hardwoods. August, 1961.
- HEWLETT-PACKARD COMPANY. HP-15C: Manual do proprietário. São Paulo, 1982. 294p.
- HIGUCHI, N.; VIEIRA, G. Manejo sustentado da floresta tropical úmida de terra-firme na região de Manaus - um projeto de pesquisa do INPA. In: CONGRESSO FLORESTAL BRASILEIRO, 6. Campos do Jordão, 1990. Anais. Campos do Jordão: SBS/SBEF, 1990. p. 34-37.
- HINZ, P.N. A methods of clusters analysis and some applications. Society of American Foresters. Madison: University of Wisconsin, 1975. p. 111-122.
- HOSOKAWA, P.R.; Souza, A.L. Instrumentalização para aplicação de técnicas de manejo. In: Curso de Manejo Florestal: Módulo 4. Brasília: ABEAS, 1988. 52p.
- HUMPHREYS, R.D.; CHIMELO, J.P. Comparação entre propriedades físicas, mecânicas e estereológicas para agrupamento de madeiras. In: CONGRESSO NACIONAL SOBRE ESSÊNCIAS NATIVAS, 2. São Paulo, 1992. Anais. p. 480-490.
- HUMPHREYS, R.D. Propriedades estereológicas como estimadores de propriedades físicas e mecânicas de madeiras. In: CONGRESSO FLORESTAL BRASILEIRO, 6. Campos do Jordão, 1990. Anais. Campos do Jordão: SBS/SBEF, 1990. p. 740-745.
- INSTITUTO BRASILEIRO DE DESENVOLVIMENTO FLORESTAL. Madeiras da Amazônia: características e utilização. Estação Experimental de Curuá-Una. Brasília: IBDF, 1988. v.2. 236p.

- INSTITUTO BRASILEIRO DE DESENVOLVIMENTO FLORESTAL. Madeiras da Amazônia: características e utilização. Floresta Nacional do Tapajós. Brasília: IBDF, 1981. v.1. 113p.
- INSTITUTO BRASILEIRO DO MEIO AMBIENTE E DOS RECURSOS NATURAIS RENOVÁVEIS. Madeiras da Amazônia: características e utilização. Amazônia Oriental. Brasília: IBAMA, 1997. v.3. 141p.
- INSTITUTO DE PESQUISAS TECNOLÓGICAS DO ESTADO DE SÃO PAULO. Madeira: o que é e como pode ser processada e utilizada. São Paulo: IPT, 1985. 189p. (Boletim ABPM n.36).
- INSTITUTO NACIONAL DE PESQUISAS DA AMAZÔNIA. Catálogo de madeiras da Amazônia: características tecnológicas. Área da Hidrelétrica de Balbina. Manaus: INPA, 1991. 163p.
- INSTITUTO NACIONAL DE PESQUISAS ESPACIAIS. Monitoramento da floresta amazônica brasileira por satélite. <http://www.inpe.br/informacoes/> (25 jun. 1999). 30p.
- JANKOWSKY, I.P. Fundamentos de preservação de madeiras. Piracicaba: ESALQ/USP. p 1-12, 1990. (DOCUMENTOS FLORESTAIS, 11).
- JANKOWSKY, I.P. Influência da densidade básica e do teor de extrativos na umidade de equilíbrio da madeira. Piracicaba, 1979. 94 p. Tese (Mestrado). Escola Superior de Agricultura "Luiz de Queiroz", Universidade de São Paulo.
- JOHNSON, R.A ; WICHERN, D.W. Applied multivariate statistical analysis. 2. ed. New Jersey, Englewood Cliffs: Prentice Hall, 1988. 607p.
- JOLY, A.B. Botânica: Introdução à taxonomia vegetal. 5. ed. São Paulo: Companhia Editora Nacional, 1979. 777p.
- KOLLMANN, F.E.P.; CÔTÉ, W.A.Jr. Principles of wood science and technology. Solid Wood. Berlin, Heildeberg; New York. Spring-Verlag, 1968. 1 v. 592p.

- LEPAGE, E.S.; OLIVEIRA, A.M.F.; LELIS, A.T.; LOPEZ, G.A.C.; CHIMELO, J.P.; OLIVEIRA, L.C.S.; CAÑEDO, M.D.; CAVALCANTE, M.S.; IELO, P.K.Y.; ZANOTTO, P.A.; MILANO, S. Manual de preservação de madeiras. São Paulo: IPT. 2. ed. 1986. 708p.
- LISBOA, P.L.B. A anatomia da madeira. *Ciência Hoje*, v.13, n.74, p.44-51, jul. de 1991.
- LOUREIRO, A.A.; SILVA, M.F.; ALENCAR, J.C. Essências madeireiras da Amazônia. Manaus: INPA. 1977. v.1. 315p.
- MAINIERI, C.; CHIMELO, J.P. Fichas de características das madeiras brasileiras. 2. ed. São Paulo: IPT, 1989. 418p.
- MARDIA, K.V.; KENT, J.T.; BIBBY, J.M. Multivariate analysis. London: Academic Press, 1979. 518p.
- MARRIOTT, F.H.C. The interpretation of multivariate observation. London: Academic Press, 1974. 117p.
- MELO, J.E.; CORADIM, V.T.R.; MENDES, J.C. Classes de densidade para madeiras da Amazônia brasileira. In: CONGRESSO FLORESTAL BRASILEIRO, 6. Campos do Jordão, 1990. Anais. Campos do Jordão: SBS/SBEF, 1990. p. 695-699.
- MORRISON, D.F. Multivariate statistical methods. 2. ed. Tokyo: MacGraw Hill, 1976. 415p.
- NAHUZ, M.A.R. Some aspects of the introduction of lesser-known brazilian species to the European timber market. Bangor, 1974. Thesis (Magister). Department of Forestry and Wood Science, University College of North Wales.
- NASCIMENTO, C.C.; GARCIA, J.N.; DIÁZ, M.P. Agrupamento de espécies madeireiras da Amazônia em função da densidade básica e propriedades mecânicas. *Madera y Bosques*. v.3, n.1. Córdoba. 1997. p. 33-52.

- OMI, P.N.; WENSEL, L.C.; MURPHY, J.L. An application of multivariate statistics to land useplanning: classifying land units into homogeneous zones. *Forest Science*. v.25. n. 3. p. 399-414. 1979.
- PANDOLFO, C.A. Floresta amazônica brasileira. Enfoque econômico – ecológico. Belém: SUDAM, 1978. 118p.
- PANSHIN, A.J.; ZEEUW, C. Textbook of wood technology. 3.ed., New York: Mcgraw-Hill, 1970. v.1. 705p.
- QUEIROZ, W.T. O uso da análise multivariada nos levantamentos florestais. Belém: FCAP, 1990. 65p.
- RICHTER, H.G.; BURGER, L.M. Anatomia da Madeira. 2. ed. Curitiba: Universidade Federal do Paraná - UFPR, 1978. 78p.
- ROCHA, J.S.; PAULA, E.V.C.M.; SIQUEIRA, M.L. Flexão estática em amostras pequenas livres de defeitos. *Acta Amazônica*. v.18, n. 1/2, p.147-162, mar/jun, 1988.
- ROCHA, J.S. A segurança de estruturas de madeira determinada a partir da variabilidade da densidade básica e de propriedades mecânicas de madeiras amazônicas. Piracicaba, 1994. 160p. Tese (Mestrado) - Escola Superior de Agricultura "Luiz de Queiroz", Universidade de São Paulo.
- SAS INSTITUTE INC. SAS/STAT. User's Guide. Version 6. 2.ed. Cary, NC: SAS Institute, 1993. 1022p.
- SIAU, J.F. Transport processes in wood. Berlim: Springer-Verlarg, 1984. 223p.
- SILVA, D.A.; TOMASELLI, I.; IWAKIRI, S. Influência da umidade na resistência da linha de cola e estabilidade dimensional do compensado utilizando resina de alta reatividade. *Scientia Forestalis*, n. 54, p. 69-80, 1998.

- SILVA, J.N.M. Possibilidades da produção sustentada de madeira em floresta densa de terra-firme da Amazônia Brasileira. In: CONGRESSO FLORESTAL BRASILEIRO, 6. Campos do Jordão, 1990. Anais. Campos do Jordão: SBS/SBEF, 1990. p.39-50.
- SMERALDI, R.; OLIVEIRA VERÍSSIMO, J.A.O. Acertando o alvo: consumo de madeira no mercado interno brasileiro e promoção da certificação florestal. São Paulo: Amigos da Terra - Programa Amazônia. Piracicaba, SP: IMAFLORA; Belém, PA: AMAZON, 1999. 41p.
- SNEATH, P.H.A.; SOKAL, R.R. Numerical taxonomy. San Francisco: W.H. Freeman, 1973. 573p.
- SOCIEDADE BRASILEIRA DE SILVICULTURA. Segmento de Madeira Sólida. <http://www.ipef.br/sbs/estatisticas/> (14 out 2000).
- SOUZA, A.L.; HOSOKAWA, R.T.; KIRCHNER, F.F.; MACHADO, S.A. Análises multivariadas para manejo de floresta natural na reserva florestal de Linhares, Espírito Santo: análise de agrupamento e discriminante. Revista Árvore. v.14, n.2. p. 85-101. 1990.
- SOUZA, M.H.; MAGLIANO, M.M.; CAMARGOS, J.A.A.; SOUZA, M.R. Madeiras tropicais brasileiras. Brasília: IBAMA-LPF, 1997. 152p.
- SOUZA, M.R. Tecnologias para usos alternativos de resíduos florestais: experiência do Laboratório de Produtos Florestais - IBAMA na área de utilização de resíduos florestais e agrícolas. In: WORKSHOP SUL-AMERICANO SOBRE USOS ALTERNATIVOS DE RESÍDUOS DE ORIGEM FLORESTAL E URBANA. Curitiba, 1997. Anais. Curitiba: IBAMA, 1997. p. 49-70.
- SUPERINTENDÊNCIA DO DESENVOLVIMENTO DA AMAZÔNIA. Grupamento de espécies tropicais da Amazônia por similaridade de características básicas e por utilização. Belém: SUDAM-CTM/IPT, 1981. 237p.
- UN/ECE-FAO. Potential Markets for Certified Forest Products in Europe. Discussion Papers. European Forest Institut. Introduction. Joensuu, Finland: FAO, 2000. 6p.

- VAN DER SLOOTEN, H.J. Avaliação das espécies madeireiras da Amazônia selecionadas para a manufatura de instrumentos musicais. Manaus: INPA/CPPF, 1993. 123p.
- VIANA, V.M. Os caminhos para nossas florestas. Folha de São Paulo. 20 jun. 2000.
- WANGAARD, F.F. The mechanical properties of wood. New York: John Wiley, 1950. 377p.
- WEBB, L.J.; TRACEY, J.G.; WILLIAMS, W.T.; LANCE, G.N. Studies in the numerical analysis of complex rainforest communities. I. A comparison of methods applicable to site/species data. Journal Ecology. v. 55, n. 4. p. 171-191, 1967.
- WHITE, M.S. Wood identification handbook. Virginia: Eastern United States Colonial Hardwoods, 1980. 88p.
- ZANETTI, E.A. As florestas brasileiras e os mercados globalizados. Albert-Ludwig-Universität Freiburg. Alemanha: Instituto de Política Florestal, 2000. 17p.

## APÊNDICES

APÊNDICE 1 - Memória de cálculo das conversões de massas específicas em diferentes condições de umidade para a densidade básica (DEb), e das contrações lineares tangencial e radial (CTt e CTr) das normas da ABNT e francesa para as normas da COPANT.

Para os cálculos das conversões das massas específicas aqui apresentadas, assumiu-se três pressupostos básicos, a saber:

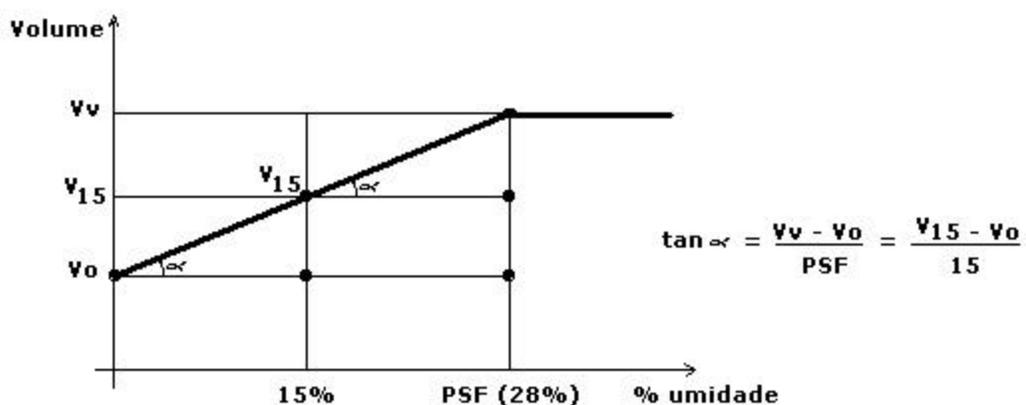
- A contração volumétrica (CTV) é igual a soma das contrações lineares tangencial (CTt) e radial (CTr):  $(CTV = CTt + CTr)$ ;
- A contração volumétrica (CTV) é linear entre 0% de umidade e o Ponto de Saturação das Fibras (PSF); e,
- O Ponto de Saturação das Fibras (PSF) ocorre a 28% de umidade.

#### 1. Conversão da massa específica a 15% de umidade:

$$DEb = Ms/Vv$$

$$ME_{15} = Ms/V_{15}$$

$$DEb = (Ms/V_{15}) (V_{15}/Vv) = ME_{15} (V_{15}/Vv)$$



$$Vv - Vo = PSF (V_{15} - Vo)/15$$

$$(Vv - Vo)/(V_{15} - Vo) = PSF/15 = 28/15 = 1,8667$$

$$Vv - Vo = 1,8667 (V_{15} - Vo)$$

$$Vv - Vo = 1,8667 V_{15} - 1,8667 Vo$$

$$Vv = 1,8667 V_{15} - 0,8667 Vo$$

$$CTVs = (Vv - Vo)/Vo$$

$$CTVs = (Vv/Vo) - 1$$

$$Vv/Vo = CTVs + 1$$

$$Vo = Vv/(CTVs + 1)$$

$$Vv = 1,8667 V_{15} - 0,8667 Vv/(CTVs + 1)$$

(multiplicando a expressão por 1/Vv)

$$Vv/Vv = 1,8667 V_{15}/Vv - 0,8667 Vv/Vv(CTVs + 1)$$

$$1,8667 V_{15}/Vv = 1 + 0,8667/(CTVs + 1)$$

$$1,8667 V_{15}/Vv = ((CTVs + 1) + 0,8667)/(CTVs + 1)$$

$$V_{15}/Vv = (CTVs + 1,8667)/1,8667 (CTVs + 1)$$

$$V_{15}/Vv = 0,5357 (CTVs + 1,8667)/(CTVs + 1)$$

$$\text{Portanto: } DEb = ME_{15} 0,5357 (CTVs + 1,8667)/(CTVs + 1)$$

## 2. Conversão da massa específica aparente a 15% de umidade:

$$DEb = Ms/Vv$$

$$MEa_{15} = M_{15}/V_{15}$$

$$DEb = (M_{15}/V_{15}) (V_{15}/Vv) (Ms/M_{15}) = MEa_{15} (V_{15}/Vv) (Ms/M_{15})$$

$$V_{15}/Vv = 0,5357 (CTVs + 1,8667)/(CTVs + 1) \longrightarrow \textit{idem item 1}$$

$$Ms/M_{15} = 1/1,15 = 0,870$$

$$\text{Portanto: } DEb = MEa_{15} (0,5357 (CTVs + 1,8667)/(CTVs + 1)) 0,870$$

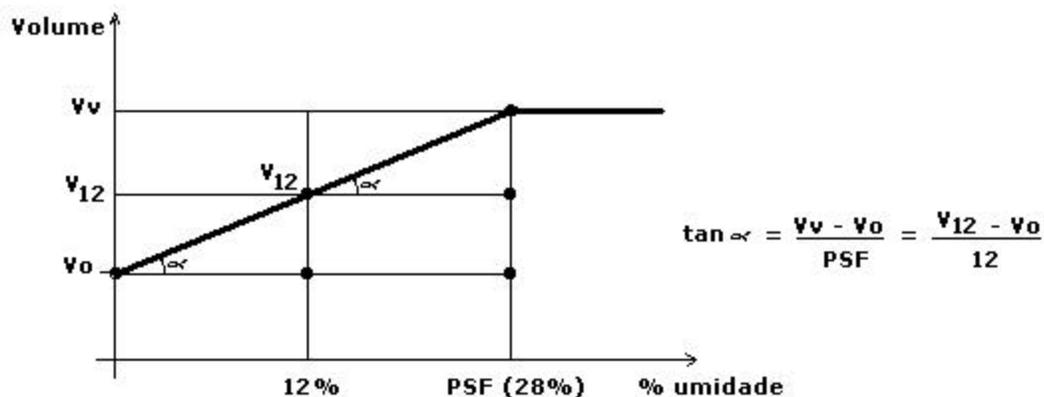
$$DEb = MEa_{15} 0,466 (CTVs + 1,8667)/(CTVs + 1)$$

3. Conversão da massa específica aparente a 12% de umidade:

$$DEb = Ms/Vv$$

$$MEa_{12} = M_{12}/V_{12}$$

$$DEb = (M_{12}/V_{12}) (V_{12}/Vv) (Ms/M_{12}) = MEa_{12} (V_{12}/Vv) (Ms/M_{12})$$



$$Vv - Vo = PSF (V_{12} - Vo)/12$$

$$(Vv - Vo)/(V_{12} - Vo) = PSF/12 = 28/12 = 2,3333$$

$$Vv - Vo = 2,3333 (V_{12} - Vo)$$

$$Vv - Vo = 2,3333 V_{12} - 2,3333 Vo$$

$$Vv = 2,3333 V_{12} - 1,3333 Vo$$

$$CTVu = (Vv - Vo)/Vv$$

$$CTVu = 1 - (Vo/Vv)$$

$$Vo/Vv = 1 - CTVu$$

$$Vo = Vv (1 - CTVu)$$

$$Vv = 2,3333 V_{12} - 1,3333 Vv (1 - CTVu)$$

(multiplicando a expressão por 1/Vv)

$$Vv/Vv = 2,3333 V_{12}/Vv - 1,3333 (1 - CTVu) Vv/Vv$$

$$2,3333 V_{12}/Vv = 1 + 1,3333 (1 - CTVu)$$

$$2,3333 V_{12}/Vv = 1 + 1,3333 - 1,3333 CTVu$$

$$V_{12}/Vv = (2,3333 - 1,3333 CTVu)/2,3333$$

$$V_{12}/Vv = 2,3333/2,3333 - (1,3333 CTVu)/2,3333$$

$$V_{12}/Vv = 1 - 0,5714 CTVu$$

$$M_s/M_{12} = 1/1,12 = 0,893$$

$$\text{Portanto: } DE_b = ME_{a_{12}} (1 - 0,5714 \text{ CTV}_u) (0,893)$$

$$DE_b = ME_{a_{12}} (0,893 - 0,5103 \text{ CTV}_u)$$

4. Conversão da contração linear (tangencial e radial) calculada pelas normas da ABNT e francesa para as normas da COPANT:

$$C_{\text{COPANT}} = ((L_v - L_s)/L_v) 100$$

$$C_{\text{ABNT/francesa}} = ((L_v - L_s)/L_s) 100$$

$$\text{Portanto: } C_{\text{COPANT}} = (C_{\text{ABNT/francesa}} / (C_{\text{ABNT/francesa}} + 100)) 100$$

Notação:  $DE_b$  = densidade básica

$ME_{15}$  = massa específica a 15% de umidade

$ME_{a_{15}}$  = massa específica aparente a 15% de umidade

$ME_{a_{12}}$  = massa específica aparente a 12% de umidade

$M_s$  = massa seca em estufa a 0% de umidade

$M_{15}$  = massa a 15% de umidade

$M_{12}$  = massa a 12% de umidade

$V_o$  = volume seco a 0% de umidade

$V_v$  = volume verde ou saturado equivalente ao PSF

$V_{15}$  = volume a 15% de umidade

$V_{12}$  = volume a 12% de umidade

PSF = ponto de saturação das fibras (28% de umidade)

CTVs = contração volumétrica da espécie – base dimensão seca

CTVu = contração volumétrica da espécie – base dimensão úmida

$C_{\text{COPANT}}$  = contração linear calculada pelas normas da COPANT

$C_{\text{ABNT/francesa}}$  = contração linear calculada pelas normas da ABNT e/ou francesa

$L_v$  = dimensão verde ou saturada equivalente ao PSF

$L_s$  = dimensão seca a 0% de umidade

APÊNDICE 2 - Propriedades físicas e mecânicas de 163 espécies de quatro publicações do LPF/IBAMA, utilizadas para as análises de correlações e ajustes das equações de regressão para estimativas dos dados faltantes na literatura.

NOME USUAL	NOME CIENTÍFICO	DEb	CTt	CTr	FEr	FEe	CPpar	CPpel	DUpa	DUtr	TRper	FDr	CIr
Abiu-branco	<i>Syzygiopsis oppositifolia</i> Ducke	0,65	7,8	4,6	-	-	-	-	-	-	-	-	-
Abiu-casca-grossa	<i>Planchonella pachycarpa</i> Pires (ined.)	0,74	12,6	6,5	161,61	16867	82,57	10,98	12092	10719	4,61	8,04	16,77
Abiu-pitomba	<i>Sandwithiodoxa egregia</i> (Sandw.) Aubr. & Pellegr.	0,84	11,2	6,8	171,81	17554	88,95	14,71	14524	13121	5,69	8,83	19,02
Abiurana-branca	<i>Franchetella gongrijpii</i> (Eyma) Aubrév.	0,72	10,1	4,5	144,45	15298	75,51	12,55	11670	10660	4,81	7,85	17,65
Abiurana-seca	<i>Diploon venezuelana</i> Aubrév.	0,85	10,1	7,1	186,91	17750	96,40	19,42	11827	13102	3,14	5,39	19,61
Abiurana-vermelha	<i>Pouteria caimito</i> (R. & P.) Radlk.	0,88	9,4	5,3	168,48	17554	87,67	16,28	12798	12239	4,90	5,69	16,38
Açacu	<i>Hura crepitans</i> L.	0,39	5,2	3,7	67,67	8434	32,95	4,71	3844	2775	2,55	3,33	6,96
Achichá	<i>Sterculia speciosa</i> K. Schum.	0,49	10,6	5,2	90,52	13631	46,48	4,81	4992	4158	2,35	4,22	8,73
Açoiá-cavalo	<i>Lueheopsis duckeana</i> Burret	0,62	9,5	4,6	123,17	14220	62,47	9,22	8865	7708	4,31	4,61	12,55
Amapá-amargoso	<i>Parahancornia amapa</i> (Huber) Ducke	0,46	6,8	3,7	89,04	11082	45,90	5,98	5296	3511	3,92	5,10	9,61
Amapá-doce	<i>Brosimum potabile</i> Ducke	0,53	-	-	97,18	10787	55,02	8,24	7247	5266	3,14	-	10,20
Amapá-doce/mururé-rana	<i>Brosimum parinarioides</i> Ducke	0,57	-	-	102,28	11278	56,98	8,04	7198	5560	2,94	-	10,00
Amoreira	<i>Maclura tinctoria</i> (L.) D. Don ex Steud.	0,73	5,9	3,2	153,47	12651	86,10	22,36	11415	10611	5,30	6,86	15,59
Anani	<i>Symphonia globulifera</i> L.	0,58	7,9	4,5	109,25	13729	61,29	7,16	6669	5600	3,24	3,24	10,40
Andiroba	<i>Carapa guianensis</i> Aubl.	0,59	8,1	4,4	107,19	11768	59,72	8,83	8247	6276	4,02	-	10,89
Angelim-da-mata	<i>Hymenolobium</i> sp.	0,60	7,2	3,7	111,89	11866	56,29	11,18	8140	6325	4,71	5,49	13,04
Angelim-da-mata	<i>Hymenolobium modestum</i> Ducke	0,65	7,7	4,6	118,46	13239	59,92	10,49	7904	7326	3,82	5,39	13,73
Angelim-pedra	<i>Hymenolobium petraeum</i> Ducke	0,59	6,3	4,1	109,34	11572	52,27	11,28	7659	5786	3,82	-	12,26
Angelim-pedra	<i>Dinizia excelsa</i> Ducke	0,83	9,5	5,7	156,91	16966	85,61	14,81	14318	13543	3,82	6,57	17,65
Angelim-rajado	<i>Marmaroxylon racemosum</i> (Ducke) Killip. ex Record.	0,79	9,3	5,9	163,57	16377	79,14	18,93	14886	14131	2,84	-	17,26
Araracanga	<i>Aspidosperma desmanthum</i> Benth. ex Müell. Arg.	0,69	9,0	5,8	132,98	14612	67,86	11,87	9248	7816	2,94	5,49	12,65
Axixá	<i>Sterculia apeibophylla</i> Ducke	0,47	10,6	5,4	84,24	10493	46,09	4,90	4080	3050	3,14	4,61	8,83
Bacuri	<i>Platonia insignis</i> Mart.	0,67	8,1	4,6	-	-	-	-	-	-	-	-	-
Barrote	<i>Tetragastris panamensis</i> (Engl.) O. Kuntze	0,75	9,8	5,0	123,56	14024	60,51	12,85	13876	12670	5,00	6,18	18,93
Breu/Amescla	<i>Trattinickia cf. burseraefolia</i> Mart.	0,50	6,8	4,1	64,14	10983	45,11	5,79	5099	-	3,63	5,69	9,90
Breu/breu-branco-campo	<i>Protium heptaphyllum</i> (Aubl.) March var. <i>brasiliense</i> Engl.	0,55	-	-	85,12	9807	48,05	6,77	4452	3903	5,39	-	9,81
Breu-manga	<i>Tetragastris altissima</i> (Aubl.) Swartz	0,74	9,0	4,6	134,65	14318	76,39	15,20	12013	9650	6,47	6,86	17,95
Breu-manga/breu	<i>Protium</i> sp.	0,76	9,8	5,1	137,98	15495	78,94	11,57	12239	10307	4,71	6,57	17,85
Breu-preto	<i>Tetragastris panamensis</i> (Engl.) O. Kuntze	0,77	9,9	5,1	122,49	13239	68,74	14,12	13582	11287	5,30	7,94	20,10
Breu-preto/breu	<i>Protium tenuifolium</i> (Engl.) Engl.	0,63	8,4	4,2	114,15	12651	63,25	9,22	8983	6747	4,90	5,98	14,61
Burra-leiteira	<i>Sapium marmieri</i> Huber	0,39	7,5	5,6	62,66	8924	32,56	3,73	2295	1442	2,75	3,73	6,57
Cabreuva-parda	<i>Myrocarpus frondosus</i> Allemão	0,78	7,0	4,4	154,16	15102	85,91	13,53	15289	13680	4,02	5,69	17,85
Caja	<i>Spondias lutea</i> L.	0,38	7,4	4,2	46,78	7747	30,89	3,73	2108	1196	2,84	3,43	5,79

APÊNDICE 2 - Propriedades físicas e mecânicas de 163 espécies de quatro publicações do LPF/IBAMA, utilizadas para as análises de correlações e ajustes das equações de regressão para estimativas dos dados faltantes na literatura.

NOME USUAL	NOME CIENTÍFICO	DEb	CTt	CTr	FEr	FEe	CPpar	CPpel	DUpa	DUtr	TRper	FDr	CIr
Cajuaçu	<i>Anacardium giganteum</i> Hancock.	-	6,3	3,4	-	-	-	-	-	-	-	-	-
Cajuaçu	<i>Anacardium spruceanum</i> Benth.	0,42	6,0	2,9	64,14	9807	36,48	4,41	3825	2491	2,84	-	6,77
Canafistula	<i>Cassia fastuosa</i> Willd.	0,71	9,1	6,2	113,95	13141	72,18	12,75	12258	11121	3,24	4,61	14,42
Caraipé	<i>Licania octandra</i> (Hoffm. ex Roem.&Schult) O.Kuntze	0,77	11,9	6,1	161,03	17064	83,36	11,47	12199	12249	4,02	4,81	15,20
Castanha-arara/Munguba	<i>Joannesia heveoides</i> Ducke	0,39	-	-	63,65	8238	34,42	4,81	3844	2589	3,24	-	5,88
Castanha-de-cutia	<i>Couepia robusta</i> Huber	0,83	11,0	5,8	154,55	15593	78,85	19,02	13347	14259	3,92	5,79	13,04
Castanha-sapucaia	<i>Lecythis pisonis</i> Cambess.	0,84	8,0	5,6	149,94	14808	70,22	14,91	12994	12592	4,22	5,79	17,16
Castanheira	<i>Bertholletia excelsa</i> Humb. & Bonpl.	0,63	-	-	116,01	12553	58,35	9,90	8071	6541	4,22	-	11,47
Caucho	<i>Castilla ulei</i> Warb.	0,39	10,5	6,2	55,80	8924	36,77	3,63	2716	1393	1,86	2,94	5,88
Cedrorana	<i>Cedrelinga catenaeformis</i> Ducke	0,44	7,9	4,8	77,77	12847	46,58	3,63	3962	3785	4,51	-	7,16
Conduru	<i>Brosimum rubescens</i> Taub.	0,71	8,1	5,3	147,49	16377	76,59	12,36	10650	9346	3,92	5,69	12,55
Copaiba	<i>Copaifera duckei</i> Dwyer/C. <i>reticulata</i> Ducke	0,62	8,2	4,1	115,62	12062	58,84	9,71	8502	6512	4,31	-	11,96
Copaiba	<i>Copaifera langsdorfii</i> Desf.	-	6,7	4,1	-	-	-	-	-	-	-	-	-
Cuia	<i>Terminalia cf. argentea</i> Mart. & Zucc.	0,80	9,8	5,8	142,00	15396	84,63	12,85	15416	13965	4,41	5,88	17,65
Cuiarana	<i>Terminalia amazonica</i> (Gmell.) Exell.	0,80	-	-	146,02	14024	77,96	14,02	11435	9944	5,20	-	13,93
Cumarú	<i>Dipteryx odorata</i> Willd.	0,91	8,4	5,4	172,99	17946	96,79	20,59	13131	15700	4,81	8,53	21,97
Cupiúba	<i>Goupia glabra</i> Aubl.	0,71	8,4	4,5	131,41	14612	67,57	14,51	9993	8140	4,12	5,49	14,51
Envira	<i>Rollinia exsucca</i> (Dun.) A. DC.	0,52	8,8	3,2	89,63	11768	52,27	-	5286	3844	-	2,94	8,43
Envira-branca	<i>Xylopia nitida</i> Dun.	0,56	11,4	6,7	116,99	15887	62,08	5,69	6561	4972	2,26	4,71	8,43
Envira-preta	<i>Guatteria olivacea</i> R. E. Fries	0,51	9,3	4,4	98,26	12258	51,39	-	5806	4756	3,82	-	8,73
Envira-preta	<i>Guatteria procera</i> R. E. Fries	0,65	11,4	7,2	121,50	15298	69,14	5,39	7443	6531	2,65	4,90	10,49
Envira-preta	<i>Onychopetalum amazonicum</i> R. E. Fries	0,57	8,1	4,9	122,78	15004	65,21	6,47	6669	5600	2,35	5,00	10,20
Envira-preta	<i>Diclinanona calycina</i> (Diels) R.E. Fries	0,47	-	-	93,56	11082	48,84	-	5060	3952	3,04	-	7,45
Espinheiro-preto	<i>Acacia polyphylla</i> A. DC.	0,60	10,1	4,9	104,54	12945	57,86	8,53	6776	4864	3,43	6,37	11,47
Faieira/louro-faia	<i>Roupala montana</i> Aubl.	0,77	12,3	6,3	158,28	16966	82,96	10,98	9571	9650	6,18	8,53	15,40
Fava-amargosa	<i>Vatairea paraensis</i> Ducke	0,78	9,8	4,8	148,37	15004	77,77	12,85	9159	9669	4,12	6,37	15,79
Fava-arara-tucupi/faveira	<i>Parkia paraensis</i> Ducke	0,44	7,6	3,5	73,55	11474	38,64	4,61	3913	3305	3,43	5,59	9,61
Fava-branca	<i>Stryphnodendron pulcherrimum</i> (Willd.) Hochr.	0,48	7,5	5,1	95,91	11866	44,91	4,81	7306	5825	3,04	3,63	12,26
Fava-de-rosca	<i>Enterolobium schomburgkii</i> Benth.	0,84	9,3	4,2	161,61	16769	78,65	14,81	9277	10434	5,49	7,94	17,36
Fava-folha-fina/timborana	<i>Piptadenia suaveolens</i> Miq.	0,76	8,3	5,1	146,90	15396	78,26	13,93	8806	9601	5,30	6,67	15,89
Fava-tamboril/tamboril	<i>Enterolobium maximum</i> Ducke	0,37	4,5	2,4	48,84	7649	37,66	4,12	3854	2824	2,26	3,14	8,83
Faveira	<i>Parkia oppositifolia</i> Spruce ex. Benth.	0,42	5,4	2,7	81,98	9512	34,81	5,49	4050	2854	3,14	3,82	9,41
Faveira bolacha	<i>Vatairea sericea</i> Ducke	0,71	8,4	4,5	135,43	14906	64,82	11,18	7649	7894	3,53	4,90	13,83

APÊNDICE 2 - Propriedades físicas e mecânicas de 163 espécies de quatro publicações do LPF/IBAMA, utilizadas para as análises de correlações e ajustes das equações de regressão para estimativas dos dados faltantes na literatura.

NOME USUAL	NOME CIENTÍFICO	DEb	CTt	CTr	FEr	FEe	CPpar	CPpel	DUpa	DUtr	TRper	FDr	CIr
Faveira-bolota/faveira	<i>Parkia pendula</i> Benth. ex Walp.	0,50	7,8	3,8	84,73	11572	48,25	7,06	5345	4207	3,92	5,00	11,28
Faveira-branca	<i>Parkia multijuga</i> Benth.	0,38	7,0	2,9	60,61	8630	36,97	5,59	4011	2971	3,82	-	8,04
Faveira-folha-fina	<i>Piptadenia communis</i> Benth.	0,68	-	-	116,01	13435	68,65	11,47	7218	7424	3,73	-	13,14
Figueira	<i>Ficus insipida</i> Willd.	0,36	9,7	5,0	61,59	7943	37,66	3,92	2079	1196	1,96	3,04	6,47
Freijó	<i>Cordia bicolor</i> D. C.	0,49	-	-	81,30	11866	49,92	3,73	5619	4286	3,33	-	7,65
Freijó	<i>Cordia sagotii</i> I.M. Johnston	0,50	-	-	86,40	9807	47,86	-	5148	3923	3,43	-	7,55
Freijó/frei jorge	<i>Cordia goeldiana</i> Huber	0,48	-	-	91,40	10199	50,70	6,08	5962	4433	3,04	-	8,34
Garapeira	<i>Apuleia molaris</i> Spruce ex. Benth.	0,75	10,1	6,5	124,74	12651	63,15	15,49	7306	8287	5,49	6,67	12,85
Glícia	<i>Glycydendron amazonicum</i> Ducke	0,66	7,6	4,9	125,92	14906	65,02	10,20	8561	7433	3,33	4,51	13,44
Goiabão	<i>Pouteria pachycarpa</i> Pires	0,73	11,2	6,2	155,53	16377	74,04	11,57	15220	12817	5,79	6,28	18,14
Guariúba	<i>Clarisia racemosa</i> Ruiz & Pav.	0,60	6,2	3,1	108,85	12160	64,53	9,32	7836	6119	2,84	5,00	11,67
Inga	<i>Inga alba</i> Willd.	0,62	9,6	4,0	120,72	13337	60,21	8,14	8463	6306	4,51	7,06	14,32
Inga-de-porco	<i>Macrosamanea pedicellaris</i> (DC.) Kleinh.	0,49	7,6	4,3	97,28	11670	50,01	7,85	4746	4246	4,12	4,90	11,96
Ingarana	<i>Inga sp.</i>	0,58	9,6	4,1	157,99	15495	82,08	13,44	14867	12660	7,65	6,96	20,20
Ingarana/inga	<i>Inga paraensis</i> Ducke	0,82	10,7	5,3	182,99	17946	83,36	14,42	14886	13631	-	-	21,38
Ipê	<i>Tabebuia serratifolia</i> (Vahl.) Nichols.	0,87	10,1	7,4	200,64	16573	100,13	24,61	16328	14426	-	-	16,57
Itaúba/itaúba-abacate	<i>Mezilaurus lindaviana</i> Schw. & Mez	0,68	-	-	114,74	12553	56,19	9,51	4433	4413	4,02	-	8,43
Itaúba-amarela/itaúba	<i>Mezilaurus itauba</i> (Meissn.) Taubert ex Mez	0,70	-	-	112,19	12062	57,17	10,79	5394	5796	4,61	-	10,10
Janitá	<i>Brosimum alicastrum</i> Swartz	0,74	9,4	5,6	152,69	15985	86,20	11,18	11287	9159	4,41	6,86	14,81
Jará	<i>Pouteria sp.</i>	0,72	9,7	5,9	155,24	16867	78,85	12,85	12013	10758	4,81	6,86	13,14
Jutaí-açu/jatobá	<i>Hymenaea courbaril</i> L. var. <i>courbaril</i>	0,76	7,7	3,4	137,20	15593	75,81	13,83	12288	10944	6,67	7,45	19,02
Jutaí-mirim/jatobá	<i>Hymenaea parvifolia</i> Huber	0,90	9,7	3,7	169,85	16966	94,73	18,83	16387	16867	6,47	7,16	23,14
Jutaí-pororoca	<i>Dialium guianensis</i> (Aubl.) Sandw.	0,88	8,9	5,1	188,58	17162	90,42	21,87	16867	16122	4,41	7,16	22,36
Leiteiro	<i>Sapium aereum</i> Klotzch	0,40	7,8	4,2	70,02	9905	43,44	5,10	2726	1687	2,75	3,63	6,86
Louro-amarelo/louro	<i>Licaria rigida</i> (Kosterm.) Kosterm.	0,73	9,1	5,3	165,54	17554	85,51	12,75	10562	8983	5,30	5,59	16,77
Louro-canela/louro	<i>Ocotea neesiana</i> (Miq.) Kosterm.	0,55	7,7	4,2	107,97	11866	60,02	7,16	4933	4491	5,49	-	12,45
Louro-canela/louro	<i>Ocotea sp.</i>	0,63	7,8	3,6	119,74	14024	63,45	9,71	5237	5256	4,81	6,96	12,36
Louro-cunuaru	<i>Ocotea sp.</i>	0,59	6,9	4,3	126,70	13729	61,98	12,06	5560	5403	-	-	-
Louro-vermelho	<i>Nectandra rubra</i> Mez.	0,55	7,9	3,2	77,86	10689	49,92	4,81	3354	3364	2,94	-	7,35
Maminha-de-porca	<i>Zanthoxylon regnelianum</i> Engl.	0,50	8,6	5,8	106,60	10787	51,48	7,55	5129	3521	3,33	5,49	9,61
Mandioqueira	<i>Qualea cf. lancifolia</i> Ducke	0,58	-	-	107,58	12553	58,84	6,86	5747	4766	4,12	-	10,30
Mandioqueira áspera	<i>Qualea brevipedicellata</i> Stafleu	0,74	8,6	4,4	132,00	15593	79,83	14,22	11032	9630	2,26	4,81	13,14
Mandioqueira lisa	<i>Qualea albiflora</i> Warm.	0,57	9,5	5,3	107,38	12847	57,27	7,75	8296	6011	4,41	5,20	13,04

APÊNDICE 2 - Propriedades físicas e mecânicas de 163 espécies de quatro publicações do LPF/IBAMA, utilizadas para as análises de correlações e ajustes das equações de regressão para estimativas dos dados faltantes na literatura.

NOME USUAL	NOME CIENTÍFICO	DEb	CTt	CTr	FEr	FEe	CPpar	CPpel	DUpa	DUtr	TRper	FDr	CIr
Mandioqueira-escamosa	<i>Qualea dinizii</i> Ducke	0,54	9,1	4,6	102,38	11376	51,39	8,14	-	2658	3,82	5,30	9,81
Mangabarana	<i>Pouteria anomala</i> (Pires) Penning.	0,73	9,1	5,7	161,71	15985	83,75	15,40	12553	10552	4,22	6,77	14,22
Maparajuba/maçaranduba	<i>Manilkara amazônica</i> (Huber) Standley	0,83	8,3	5,9	128,17	13533	63,55	15,20	8698	9101	5,59	4,31	15,98
Maragonçalo	<i>Pouteria obscura</i> (Huber) Baehni	0,64	7,4	4,4	124,45	13043	61,88	14,02	10042	7767	3,33	5,10	12,65
Maria-preta	<i>Zizyphus itacaiunensis</i> Fróes	0,80	9,9	6,9	156,61	16181	87,48	14,51	16357	14818	5,79	7,16	19,42
Marupá	<i>Simarouba amara</i> Aubl.	0,37	6,8	4,8	64,04	7257	33,05	4,41	2707	1402	2,75	3,82	6,96
Matamatá-ci	<i>Eschweilera</i> sp.	0,81	10,7	6,0	168,18	18927	86,40	17,95	14632	13631	-	8,73	20,50
Matamatá-vermelho	<i>Eschweilera amara</i> (Aubl.) Ndz.	0,76	10,3	4,9	141,02	14710	69,33	11,38	10895	10415	4,02	7,55	14,42
Melancieira	<i>Alexa grandiflora</i> Ducke	0,60	-	-	109,25	13043	58,25	9,41	7532	6335	4,71	-	11,96
Miraúba	<i>Mouriri callocarpa</i> Ducke	0,88	11,1	7,1	188,29	17162	94,44	21,97	17603	17936	5,79	6,37	18,63
Morototó	<i>Didymopanax morototoni</i> (Aubl.) Decne & Planch.	0,41	9,1	6,7	71,10	11082	39,72	4,51	4795	3511	3,82	6,08	10,40
Morototó	<i>Schefflera morototoni</i> (Aubl.) Lecne Planch	0,48	9,1	6,7	71,10	11082	39,72	4,51	4795	3511	3,82	-	10,40
Muiracatiara	<i>Astronium lecoitei</i> Ducke	0,79	7,6	4,6	136,41	15004	82,38	13,83	8738	9591	5,39	6,18	16,77
Muiracatiara	<i>Astronium ulei</i> Mattick	0,71	8,1	4,3	115,23	13435	69,14	13,63	8140	7492	5,39	7,85	16,77
Muiracatiara/guaritá	<i>Astronium gracile</i> Engl.	0,73	8,0	5,3	130,72	15985	70,12	9,81	8247	7747	4,61	6,96	16,77
Muirapixuna	<i>Cassia scleroxylon</i> Ducke	1,01	8,2	3,6	180,83	16377	96,30	22,75	14543	15279	3,24	7,26	19,91
Muiratinga	<i>Maquira sclerophylla</i> (Ducke) C.C. Berg.	0,57	-	-	110,72	11278	60,61	8,43	8257	6178	3,92	-	11,96
Munguba-terra-firme	<i>Eriotheca longipedicellata</i>	0,45	9,8	4,5	87,77	10395	47,66	5,88	6178	4599	3,53	-	8,14
Mururé	<i>Brosimum acutifolium</i> Huber.	0,67	9,1	5,0	137,49	14220	76,98	14,71	14347	13504	4,12	5,39	15,98
Parapará	<i>Jacaranda copaia</i> (Aubl.) D. Don.	0,31	8,2	5,4	55,11	8728	30,69	3,04	3295	1883	2,84	-	5,98
Parinari	<i>Parinari excelsa</i> Sabine	0,75	10,2	5,3	145,92	16181	81,49	15,40	13082	11219	5,59	5,30	14,71
Pau-amarelo	<i>Euxylophora paraensis</i> Huber	0,69	7,8	6,5	126,90	13729	69,43	11,96	12435	10993	4,12	5,69	17,75
Pau-branco	<i>Drypetes variabilis</i> Uittien	0,71	11,3	5,8	143,86	15887	72,47	12,36	12896	11199	4,22	6,77	16,18
Pau-jacaré	<i>Laetia procera</i> (Poepp.) Eichl.	0,68	12,0	5,1	120,33	15396	66,88	9,71	11229	9709	6,28	7,35	16,18
Pau-santo	<i>Zollernia paraensis</i> Huber	0,97	9,6	5,0	187,80	17848	95,52	26,97	14612	14504	4,61	5,00	18,44
Pente-de-macaco	<i>Apeiba echinata</i> Gaertn.	0,36	-	-	51,88	6669	31,77	4,41	3825	2481	2,94	-	6,18
Pequiá	<i>Caryocar villosum</i> (Aubl.) Pers.	0,63	8,5	4,3	99,83	11180	46,48	9,32	4864	5041	5,49	5,69	12,16
Precuúba-da-terra-firme	<i>Trichillia lecoitei</i> Ducke	0,90	8,2	4,4	157,69	16377	86,40	18,24	13062	14053	5,20	6,28	18,53
Preciosa	<i>Aniba canelilla</i> (H.B.K.) Mez.	0,92	8,2	6,4	183,87	17554	97,77	20,20	14710	14985	2,84	5,39	18,44
Quaruba	<i>Vochysia ferruginea</i> Mart.	0,41	10,7	5,0	66,10	7943	37,76	4,51	3158	-	2,35	3,53	7,16
Quarubarana/cedrinho	<i>Erisma uncinatum</i> Warm.	0,46	10,0	4,3	87,48	10787	49,72	5,59	5786	3864	3,04	3,73	7,85
Quaruba-rosa/quaruba	<i>Vochysia guianensis</i> Aubl.	0,54	11,5	5,0	121,31	14024	65,31	6,77	7777	6963	4,81	5,98	12,26
Quaruba-rosa/quaruba	<i>Vochysia melinonii</i> Beckmann	0,51	10,8	4,7	97,77	11866	53,84	5,00	6914	5737	4,22	6,86	11,77

APÊNDICE 2 - Propriedades físicas e mecânicas de 163 espécies de quatro publicações do LPF/IBAMA, utilizadas para as análises de correlações e ajustes das equações de regressão para estimativas dos dados faltantes na literatura.

NOME USUAL	NOME CIENTÍFICO	DEb	CTt	CTr	FEr	FEe	CPpar	CPpel	DUpa	DUtr	TRper	FDr	Clr
Quaruba-rosa/quaruba	<i>Vochysia obidensis</i> (Hub.) Ducke	0,50	10,0	3,2	100,62	12454	52,96	5,98	6718	5247	4,22	5,69	10,30
Quaruba-verdad/quaruba	<i>Vochysia maxima</i> Ducke	0,49	8,8	4,0	91,20	11180	47,56	5,69	5492	4717	3,43	5,00	10,00
Rosadinho	<i>Micropholis venulosa</i> (Mart. & Eichl.) Piérre	0,67	9,7	4,7	-	13925	64,92	10,00	9983	7649	3,92	5,88	14,42
Rosadinho	<i>Nemaluma anomala</i> (Pires) Pires (ined.)	0,75	9,4	6,3	162,69	15887	85,12	14,02	14347	11444	4,51	6,96	18,93
Roxinho	<i>Peltogyne paniculata</i> Benth.	0,81	8,1	5,1	187,11	17750	90,52	19,91	16181	15063	2,84	4,81	18,14
Seru	<i>Allantoma lineata</i> (Mart. ex Berg.) Miers	0,60	7,5	5,5	114,84	12749	57,96	11,28	4943	5129	3,04	5,00	-
Sorva	<i>Malouetia duckei</i> Mgf.	0,57	9,2	3,7	112,19	12651	59,23	9,71	8159	5913	6,37	5,98	14,61
Sucupira	<i>Bowdichia nitida</i> Spruce ex Benth.	0,85	9,0	6,0	182,11	17946	92,28	15,89	14847	15200	4,12	6,57	19,02
Sumaúma	<i>Ceiba pentandra</i> (L.) Gaertn.	0,29	5,5	2,7	29,32	4413	23,73	1,86	2314	1510	1,86	-	3,73
Tacacazeiro/achichá	<i>Sterculia pilosa</i> Ducke/S. <i>speciosa</i> K. Sch.	0,53	-	-	97,09	11768	50,80	5,00	6208	5070	4,02	-	9,22
Tachi-branco	<i>Sclerobium paraense</i> Huber	0,61	8,3	4,0	123,37	13435	64,43	11,28	10728	8728	4,71	6,67	17,36
Tachi-pitomba	<i>Sclerobium chrysophyllum</i> Poepp. & Endl.	0,61	8,0	4,2	114,74	13533	56,39	8,83	8345	6306	4,71	5,10	15,30
Tachi-pitomba	<i>Sclerobium poeppigianum</i> Baill.	0,65	8,1	4,2	128,76	13141	67,67	10,40	7983	6580	4,81	6,37	17,75
Tachi-preto/tachi	<i>Tachigalia cf. myrmecophila</i> Ducke	0,57	7,5	5,2	130,62	12945	57,47	8,83	8600	7875	3,73	6,08	14,12
Tachi-vermelho/tachirana	<i>Sclerobium aff. Chrysophyllum</i> Poepp. & Endl.	0,62	-	-	115,72	12258	59,13	10,98	7669	5953	4,71	-	13,44
Tamaquaré	<i>Caraipa densiflora</i> Mart.	0,63	9,9	6,5	129,25	14808	64,82	9,12	8698	6767	3,63	5,79	12,75
Tanimbuca	<i>Buchenavia capitata</i> Eichl.	0,70	11,6	5,9	107,68	12454	59,33	12,94	11111	7296	3,43	5,30	11,38
Tanimbuca	<i>Buchenavia huberi</i>	0,79	9,1	6,0	154,95	15298	83,65	-	13317	11631	4,51	-	16,38
Tatajuba	<i>Bagassa guianensis</i> Aubl.	0,70	5,8	4,1	222,51	11572	78,55	13,63	9875	7384	5,20	-	12,55
Tatapiririca/maria-preta	<i>Tapirira guianensis</i> Aubl.	0,50	-	-	83,06	10885	45,31	6,77	5345	3962	5,39	-	10,69
Tauari	<i>Couratari oblongifolia</i> Ducke & R. Knuth	0,50	6,6	4,2	83,06	10885	44,62	6,28	5776	4599	3,73	4,81	10,40
Tauari	<i>Couratari guianensis</i>	0,52	6,1	3,6	104,05	11474	53,94	7,75	6521	5060	4,12	-	10,20
Tauari	<i>Couratari stellata</i> A. C. Smith	0,65	7,8	5,8	134,06	14318	69,14	11,57	8777	6963	4,51	-	12,85
Tento	<i>Ormosia paraensis</i> Ducke	0,67	10,3	4,7	122,78	14612	70,61	10,59	8659	8208	3,63	4,90	12,75
Tuturubá	<i>Pouteria oblanceolata</i> Pires	0,79	8,9	5,2	153,18	15396	77,86	13,73	13200	13004	4,02	5,00	15,98
Uchi-liso/uchi	<i>Endopleura uchi</i> (Huber) Cuatr.	0,78	9,6	6,4	153,67	15298	74,82	13,04	13111	10385	6,18	4,71	18,73
Uchirana	<i>Vantanea parviflora</i> Lam.	0,86	10,3	8,2	169,85	17554	86,40	15,20	15436	13111	4,71	5,69	17,75
Ucuúba-da-terra-firme	<i>Virola michellii</i> Heckel	0,50	-	-	95,32	11866	51,19	4,90	6580	4629	4,81	-	9,90
Ucuubarana	<i>Osteophloeum platyspermum</i> (A. DC.) Warb.	0,50	7,4	3,6	88,06	12356	45,99	5,00	4354	3432	3,53	4,22	9,02
Ucuubarana	<i>Iryanthera grandis</i> Ducke	0,63	-	-	106,40	12454	59,72	8,14	5178	5315	4,61	-	9,61
Urucu-da-mata	<i>Bixa arborea</i> Huber	0,32	-	-	54,43	7551	35,79	3,92	3883	1942	2,35	-	6,28

Onde: LPF/IBAMA = Laboratório de Produtos Florestais do Instituto Brasileiro do Meio Ambiente e dos Recursos Naturais Renováveis  
DEb = densidade básica, em  $\text{g.cm}^{-3}$   
CTt = contração tangencial, em %  
CTr = contração radial, em %  
FEr = módulo de ruptura à flexão estática, em MPa  
FEe = módulo de elasticidade à flexão estática, em MPa  
CPpar = resistência à ruptura à compressão paralela às fibras, em MPa  
CPpel = resistência no limite proporcional à compressão perpendicular às fibras, em MPa  
DUpa = dureza Janka paralela às fibras, em N  
DUtr = dureza Janka transversal às fibras, em N  
TRper = resistência à ruptura à tração perpendicular às fibras, em MPa  
FDr = resistência à ruptura ao fendilhamento, em MPa  
CIR = resistência à ruptura ao cisalhamento, em MPa