

# AGRUPAMENTO DE ESPÉCIES FLORESTAIS PELA SIMILARIDADE DAS CARACTERÍSTICAS FÍSICO-ANATÔMICAS E USOS DA MADEIRA

Moisés Silveira Lobão<sup>1</sup>, Matheus Peres Chagas<sup>2</sup>, Daniel de Souza Pinto Costa<sup>3</sup>, Angel Thiane Boschiero Ferreira<sup>2</sup>, Carlos Roberto Sette Jr<sup>2</sup>, Israel Lima Carvalho<sup>3</sup>, Mario Tomazello Fo<sup>4</sup>

**RESUMO:** O conhecimento das propriedades físicas e das características anatômicas da madeira de diferentes espécies florestais é fundamental para a sua classificação e agrupamento, visando preconizar as aplicações e usos comuns. Com esses objetivos, no presente trabalho, foram analisadas as propriedades físicas e anatômicas da madeira de 15 espécies arbóreas, determinando-se a densidade básica e as dimensões das fibras e dos elementos de vaso. A esses parâmetros aplicou-se a análise estatística multivariada para o agrupamento da madeira das diferentes espécies, por meio da análise de componentes principais e de cluster. Os resultados das análises evidenciaram variações significativas dos parâmetros de densidade básica e anatômicos da madeira, demonstrando sua eficácia na diferenciação das 15 espécies florestais. Os valores de densidade básica e das características anatômicas do lenho utilizados nas análises estatísticas multivariadas possibilitaram a elaboração do dendrograma de dissimilaridade (distância euclidiana), com diferentes agrupamentos de espécies florestais por meio de suas similaridades. Esse agrupamento possibilitou a preconização de aplicações da madeira sólida das espécies florestais em 4 diferentes grupos, indo desde materiais esportivos e aeromodelismo até pisos e construção civil pesada.

Palavras-chave: Anatomia da madeira, estatística multivariada, propriedades físicas.

## GROUPING OF FOREST SPECIES BY SIMILARITY OF PHYSICAL-ANATOMICAL CHARACTERISTICS AND USES OF WOOD

**ABSTRACT:** *The comprehension of the physical properties and anatomical characteristics of wood from different tree species is fundamental for its classification and grouping aiming to recommend the applications and common uses. With these objectives in this study, were analyzed the anatomical and physical properties of wood from 15 arboreal species, determining the basic density, fiber dimension and vessel elements. The multivariate statistical analysis for grouping of different wood species through the principal component analysis and cluster was applied. The results showed significant variations in the parameters of wood basic density and anatomy, demonstrating its effectiveness in the differentiation of 15 forest species. The values of wood basic density and anatomical features used in multivariate statistical analysis enabled to create a dendrogram of dissimilarity (Euclidean distance) with different groups of forest species through their similarities. This grouping allowed to recommended the applications of solid wood in four different groups, from sports equipment and aeromodelling to floors and heavy construction.*

Key words: Wood anatomy, multivariate analysis, physical properties.

### 1 INTRODUÇÃO

O conhecimento das propriedades físicas e das características anatômicas da madeira de diferentes espécies florestais é fundamental para a sua classificação e agrupamento, visando preconizar suas aplicações e usos comuns. Diversos procedimentos têm sido adotados, como o da análise multivariada para agrupar espécies da Amazônia com propriedades físico-mecânicas da madeira

similares (ARAÚJO, 2007), recomendando o uso de sua densidade aparente e ou básica como mais adequada para a indicação de usos e aplicações relacionados à resistência aos esforços mecânicos.

A massa específica da madeira é o parâmetro de qualidade mais comumente analisado pelas relações com as características anatômicas e demais propriedades, expressando os valores de massa em um mesmo volume de madeira (RICHTER; BURGER, 1991). Em espécies

<sup>1</sup>Engenheiro Florestal, Professor em Tecnologia da Madeira – Centro de Ciências Biológicas e da Natureza/CCBN – Universidade Federal do Acre/UFAC – 69915-000 – Rio Branco, AC – moiseslobao@hotmail.com

<sup>2</sup>Engenheiro Florestal, Doutorando – Departamento de Ciências Florestais – ESALQ-USP – 13418-900 – Piracicaba SP – mpchagas@gmail.com, angeltbf@gmail.com, crsettejr@hotmail.com

<sup>3</sup>Graduado Engenharia Florestal – ESALQ-USP – 13418-900 – Piracicaba, SP – daniel\_spc@hotmail.com, israelcl2@gmail.com

<sup>4</sup>Engenheiro Agrônomo, Professor Titular em Ciência e Tecnologia da Madeira – Departamento de Ciências Florestais – ESALQ-USP – 13418-900 – Piracicaba, SP – mtomazel@esalq.usp.br

de eucaliptos, os valores de densidade da madeira são resultado da sua constituição anatômica, como a espessura da parede das fibras, diâmetro e frequência dos vasos e porcentagem de parênquima, etc. (FOELKEL; BRASIL; BARRICHELO, 1971; TOMAZELLO FILHO, 2006). Além desses parâmetros anatômicos, Yi-Quing et al. (2006) relacionam, ainda, a proporção de parede celular/lume das células, o ângulo microfibrilar, etc., com a retração volumétrica da madeira de eucaliptos.

No entanto, na literatura, inúmeras publicações direcionadas à caracterização tecnológica da madeira restringem-se à análise de uma ou poucas variáveis, sejam anatômicas, físicas ou mecânicas. Nesse contexto, é fundamental a determinação das diferentes propriedades da madeira das espécies florestais em um estudo mais abrangente, aplicando-se a metodologia de análise estatística multivariada como ferramenta para proporcionar dados e publicações científicas de maior importância (AYRES, 2000). As análises denominadas de discriminante e de agrupamento são consideradas como técnicas eficientes na classificação de dados multivariados, relacionadas com a separação de espécies distintas e sua posterior alocação em agrupamentos pré-definidos. A análise discriminante, dessa forma, aloca as espécies em classes ou em agrupamentos previamente estabelecidos (JOHNSON; WICHERN, 1988; SOUZA et al., 1990).

No Brasil, as árvores de populações florestais e de plantações têm sido utilizadas como fonte de madeira de qualidade, abastecendo os diferentes segmentos do setor de transformação, seja como madeira sólida, painéis, celulose e papel, etc. Dentre essas espécies, mencionam-se as dos gêneros *Cedrela* sp. e *Swietenia macrophylla* (HERNÁNDEZ, 2007; INSTITUTO DE PESQUISAS TECNOLÓGICAS DO ESTADO DE SÃO PAULO - IPT, 1999; MAEGLIN, 1991; ROSERO-ALVARADO, 2009), *Eucalyptus* sp. e *Corymbia* sp. (ALZATE, 2004; TOMAZELLO FILHO, 2006; SETTE JÚNIOR, 2007) e *Tabebuia serratifolia* e *Aspidosperma polyneuron* (SOUZA, 1997; DIETENBERGER, 1999).

No entanto, a intensa exploração madeireira, concentrada em um número restrito de espécies arbóreas, constituiu um risco de extinção da biodiversidade florestal, sendo necessária a utilização racional dos recursos madeireiros existentes no país. Uma das alternativas presentes nos planos de manejo sustentável diz respeito

à diversificação de espécies exploradas, diminuindo a pressão sobre aquelas que estão sob risco de extinção (SCHULZE et al., 2005). Neste contexto, estudos voltados para a caracterização da qualidade madeira de espécies potenciais, como *Carapa guianensis*, *Ochroma pyramidales*, *Mezilaurus itauba*, *Manilkara inundata*, *Cedrelinga catenaeformis*, *Eremanthus erythropappus* e *Couratari macrosperma*, são cada vez mais necessários.

No presente trabalho são analisadas as propriedades físicas e anatômicas da madeira de quinze espécies arbóreas, determinando-se a densidade básica e as dimensões das fibras e dos elementos de vaso. A esses parâmetros aplicou-se a análise estatística multivariada para o agrupamento da madeira das diferentes espécies, por meio da análise de componentes principais e de cluster e, de forma complementar, a preconização do uso da madeira sólida.

## 2 MATERIAL E MÉTODOS

### 2.1 Espécies florestais

Foram selecionadas amostras de madeira de quinze espécies florestais nativas e introduzidas para a avaliação das suas características anatômicas e densidade básica, a saber: *Aspidosperma polyneuron*, ou peroba-rosa; *Eucalyptus grandis*; *E. grandis* x *urophylla*; *Corymbia citriodora*; *Ochroma pyramidale*, ou pau-balsa; *Eremanthus erythropappus*, ou candeia; *Swietenia macrophylla*, ou mogno; *Cedrela odorata*, cedro-rosa; *Cedrela fissilis*, ou cedro; *Manilkara inundata*, ou maçaranduba; *Tabebuia serratifolia*, ou ipê-amarelo; *Couratari macrosperma*, ou tauari; *Cedrelinga catenaeformis*, ou cedroarana; *Mezilaurus itauba*, ou itauba e *Carapa guianensis*, ou andiroba.

### 2.2. Caracterização anatômica e densidade básica da madeira

Para a caracterização anatômica foram preparadas lâminas histológicas semipermanentes do lenho das 15 espécies florestais: corpos-de-prova de madeira, com 1,5 x 1,5 x 1,5 cm, orientados nas 3 seções de estudo, foram imersos em água aquecida para o amolecimento e fixados em micrótomo de deslize e cortados seções finas do lenho (15-20 µm de espessura), as quais foram tratadas em água

sanitária, coradas com safranina e montadas em lâminas recobertas com lamínulas de vidro.

Para a mensuração dos elementos anatômicos, as amostras do lenho foram maceradas pelo método de Franklin: finos feixes longitudinais colocados em tubos de ensaio com solução macerante (50% de ácido acético glacial e 50% de peróxido de hidrogênio), transferidos para estufa (60°C, por 12-24 horas), lavando-se a suspensão de células para a retirada da solução macerante e transferindo-as para lâminas de vidro, com glicerina e safranina (TOMAZELLO FILHO, 2006).

As lâminas com os cortes histológicos e células maceradas do lenho das quinze espécies foram examinadas sob microscopia de luz (25-400 x), coletadas as imagens digitais em câmera fotográfica e determinadas as dimensões das fibras (largura, espessura da parede, diâmetro do lume e comprimento) e dos vasos (diâmetro, frequência e porcentagem de área), aplicando-se os programas SAIM e Image Tool. A densidade básica da madeira – propriedade física correlacionada com inúmeras características anatômicas, físicas e mecânicas - das árvores das 15 espécies foi determinada pelo método da balança hidrostática, pela imersão e a saturação completa em água, a obtenção dos pesos úmido e imerso e, em seguida, o peso seco em estufa (103±2°C) (VITAL, 1984).

### 2.3 Agrupamento das espécies florestais por meio das suas madeiras

O agrupamento das espécies por meio da determinação dos parâmetros anatômicos e densidade básica da madeira foi realizado pela aplicação de técnicas de análise multivariada, por meio do software Statistica 7.0. Os resultados das propriedades anatômicas e físicas da madeira foram submetidos a uma análise de dissimilaridade (distância euclidiana), obtendo-se os diferentes agrupamentos. Em seguida, os dados foram submetidos ao processo de estandardização, pela divisão dos valores de cada variável pelo valor do desvio padrão no conjunto de todas as amostras de madeira analisadas, retirando-se o efeito das diferenças de unidades das variáveis. Posteriormente, os dados foram submetidos à análise de componentes principais (ACP), analisando-se as covariâncias e as correlações baseadas nas raízes (ou valores) das variáveis e em seus vetores, considerando

as duas primeiras raízes extraídas, por apresentarem os maiores autovalores (AYRES et al., 2000).

## 3 RESULTADOS E DISCUSSÃO

Os resultados das análises evidenciaram variações significativas dos parâmetros de densidade básica e anatômicos (dimensões das fibras e dos vasos) da madeira, demonstrando sua eficácia na diferenciação das quinze espécies florestais estudadas (Tabela 1, Figura 1). A densidade básica da madeira variou de muito baixa (0,20 g/cm<sup>3</sup>, para *Ochroma pyramidale*), média (0,43 a 0,55 g/cm<sup>3</sup>, para *Eucalyptus grandis*; *E. grandis* x *urophylla*, *Eremanthus erithropappus*, *Swietenia macrophylla* e *Carapa guianensis*) até muito alta (acima de 0,80 g/cm<sup>3</sup>, para *Corymbia citriodora*, *Manilkara inundata*, *Tabebuia serratifolia* e *Mezilaurus itauba*). Da mesma forma, as dimensões das fibras e dos elementos de vaso variaram entre as espécies de madeira, concordando, de modo geral, com os valores apresentados por inúmeros autores (MAINIERI; CHIMELO, 1989; DIETENBERGER, 1999).

A porcentagem da contribuição das variáveis de densidade básica e dimensões das fibras e dos vasos no agrupamento da madeira das diversas espécies (Tabela 2) indica que, pelos autovalores, o Fator 1 explica aproximadamente 45% da variância e a sua combinação com o Fator 2 cerca de 68% de toda a variação na separação dos grupos, conforme apresentado na análise discriminante (Tabela 2, Figuras 1, 2).

Nessa análise discriminante, os vetores relacionados à estrutura anatômica da madeira de dimensões reduzidas (exemplo, frequência dos vasos) indicam atributos nos quais as espécies florestais mostram pouca diferenciação. Por outro lado, os vetores da estrutura anatômica do lenho com dimensões equivalentes (exemplo, diâmetro do lume - quadrante 2; comprimento das fibras - quadrante 1) demonstram grande importância para explicar as variações existentes entre as espécies florestais.

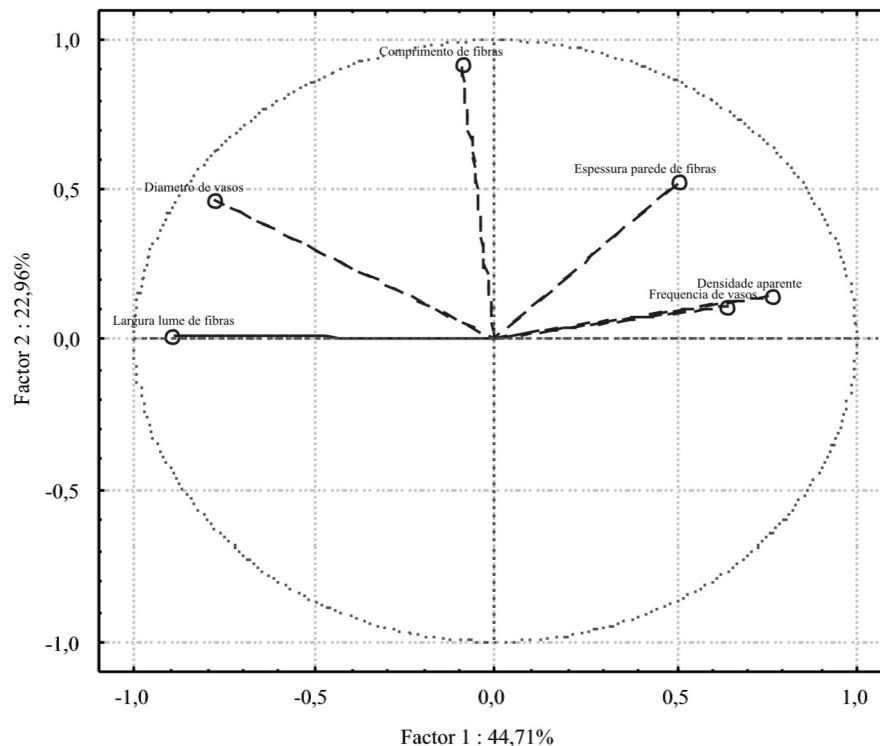
De acordo com Muñoz et al. (1992), em uma figura que represente a ACP, os vetores com medidas mais distantes de zero correspondem às variações com maior influência sobre o valor do componente principal, enquanto os vetores mais próximos de zero correspondem a uma variável com pequena influência. Portanto, é possível verificar que a maioria dos atributos

Tabela 1 – Densidade básica e características anatômicas da madeira das espécies florestais.

Table 1 – Wood basic density and anatomical characteristics of tree species.

Espécie	Identificação da amostra	Densidade Básica da madeira (g/cm <sup>3</sup> )	Fibras (µm)			Vasos (µm, N°/mm <sup>2</sup> , %)			
			Comprimento	Largura	Lume	Espessura parede	Diamêtro	Frequência	Área
<i>Aspidosperma polyneuron</i> , peroba-rosa	Pe	0,61	1550,37	16,97	3,73	6,67	56,43	75,89	19,06
<i>Eucalyptus grandis</i> , eucalipto	Eg	0,43	1006,09	19,85	11,94	3,95	121,47	10,51	9,85
<i>Eucalyptus urophylla</i> x <i>grandis</i> , eucalipto	Eu	0,51	910,67	18,58	10,40	4,09	105,13	12,53	15,19
<i>Corymbia citriodora</i> , eucalipto	Cc	0,93	1079,66	14,75	4,43	5,12	112,51	10,66	9,56
<i>Ochroma pyramidale</i> , pau-balsa	Pb	0,20	1929,58	29,62	21,13	4,24	812,84	0,19	7,87
<i>Eremanthus erythropappus</i> , candeia	Ca	0,54	531,66	15,95	7,97	3,99	95,95	14,83	10,32
<i>Swietenia macrophylla</i> , mogno	Mo	0,46	1256,43	21,15	12,90	7,58	145,97	6,48	9,90
<i>Cedrela odorata</i> , cedro-rosa	Co	0,34	1303,80	27,97	17,31	5,33	146,00	5,17	11,42
<i>Cedrela fissilis</i> , cedro	Cf	0,40	1059,27	25,78	18,82	3,48	189,03	3,02	8,98
<i>Manilkara inundata</i> , maçaranduba	Ma	0,80	1243,67	19,94	5,19	7,37	70,90	32,27	15,23
<i>Tabebuia serratifolia</i> , ipê-amarelo	Ip	0,80	1744,91	16,06	3,46	6,30	82,51	13,57	5,70
<i>Couratari macrosperma</i> , tauari	Ta	0,65	1200,41	17,17	10,83	3,17	59,87	31,65	5,86
<i>Cedrelinga catenaeformis</i> , cedroarana	Ce	0,57	1218,43	24,98	14,32	5,33	257,52	1,30	8,95
<i>Mezilaurus itauba</i> , itaúba	It	0,97	1781,88	22,91	10,60	6,16	126,72	8,23	13,27
<i>Carapa guianensis</i> , andiroba	An	0,47	1144,80	18,14	8,87	4,64	121,31	11,02	8,05





**Figura 2** – Análise discriminante mostrando a importância das características anatômicas e densidade básica da madeira na constituição dos grupos de espécies.

**Figure 2** – Discriminant analyses showing the importance of the wood anatomical characteristics and basic density in the constitution of the group of species.

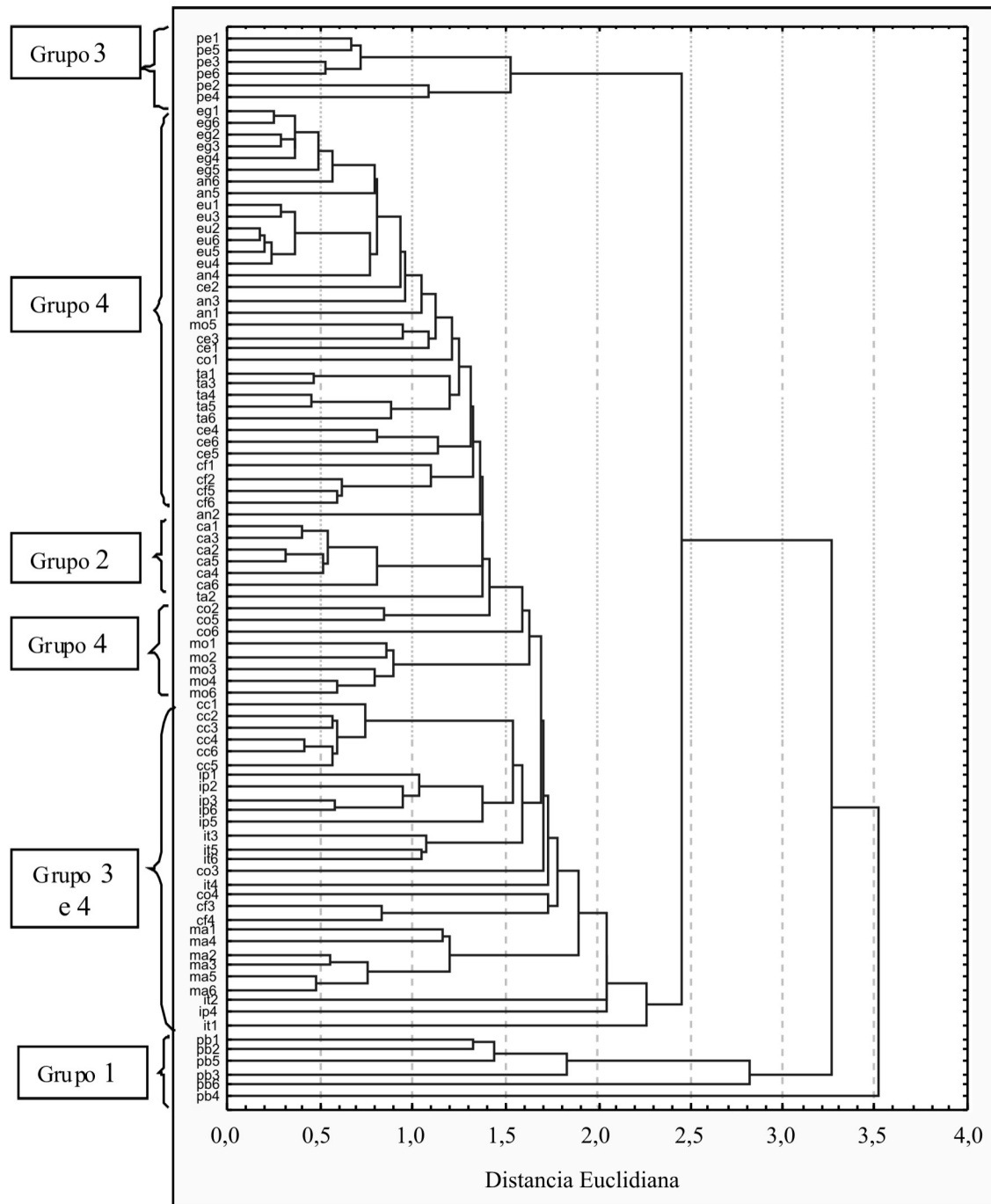
**Tabela 3** – Fatores de peso da densidade básica e características anatômicas da madeira na separação dos grupos de espécies pela análise de componentes principais.

**Table 3** – Loading factors of the wood basic density and anatomical characteristics in separation of the groups of specie by Principal Component Analyses.

Variável	Fator 1	Fator 2
DENS (densidade básica)	0,22	0,02
FCOMP (comprimento de fibras)	0,00	0,61
FLUME (diâmetro do lume de fibras)	0,30	0,00
FPAR (espessura parede de fibras)	0,10	0,21
VDIAM (diâmetro de vasos)	0,22	0,16
VFREQ (frequência de vasos)	0,15	0,01

estatísticas multivariadas para a elaboração do dendrograma de dissimilaridade (distância euclidiana), possibilitando determinar diferentes agrupamentos de espécies florestais por meio de suas similaridades (Figura 3). Nota-se que, considerando as variáveis físico-anatômicas da madeira, as espécies florestais formam grupos distintos, após a standardização dos dados, retirando-se o efeito das diferenças de unidades existentes entre as variáveis analisadas.

O resultado das análises evidenciou que as árvores de *Ochroma pyramidale* constituem um primeiro grupo e separado dos demais, no dendrograma e na análise de componentes principais, por ser espécie caracteristicamente pioneira, de rápido crescimento, produzindo madeira de densidade extremamente baixa



**Figura 3** – Dendrograma de similaridade (distância euclidiana) em relação às características anatômicas e densidade básica da madeira das espécies florestais.

*Figure 3* – Dendrogram of similarity (Euclidian distance) in relation to the wood anatomical characteristics and basic density of the forest species.

e com baixa resistência natural (LORENZI, 1998). Segue-se um segundo grupo, constituído pela espécie *Eremanthus erithropappus*, de ocorrência no cerrado e com estrutura anatômica evidenciando fibras de comprimento muito curto, corroborando a descrição de Mello (1950).

O terceiro grupo é composto pelas espécies *Aspidosperma polyneuron*, *Corymbia citriodora*, *Manilkara inundata*, *Tabebuia serratifolia* e *Mezilaurus itauba*, reconhecidas pela madeira com valores elevados de densidade básica e elevada resistência natural, conforme destaca Mady (2000). O quarto grupo é constituído pelas espécies da família Meliaceae (*Swietenia macrophylla*, *Cedrela odorata*, *Cedrela fissilis*), Myrtaceae (*Eucalyptus grandis*, *E. grandis x urophylla*), além de Leguminosae (*Cedrelinga catenaeformis*) e Lecythidaceae (*Couratari macroperma*). O agrupamento pela similaridade das características físico-anatômicas possibilitou a preconização das aplicações da madeira sólida das espécies florestais, corroboradas pela literatura (ZENID, 2009), sendo as do Grupo I: materiais esportivos e aeromodelismo, II: esteios, caibros, postes, tacos, dormentes, vigas, etc., III: pisos, construção civil pesada, etc. e IV: construção civil leve, móveis, etc.

#### 4 CONCLUSÕES

Os resultados do presente trabalho permitem concluir que a aplicação de análises multivariadas de dissimilaridade e de componentes principais de parâmetro físico e anatômicos foi eficiente no agrupamento de quinze espécies florestais, visando o seu uso como madeira sólida. As variáveis anatômicas (dimensões das fibras, diâmetro, frequência, porcentagem dos vasos) e a física (densidade básica) foram eficientes na discriminação dos parâmetros de qualidade e do uso final da madeira das espécies florestais analisadas.

A avaliação das demais propriedades físicas (exemplo: retratibilidade, anisotropia) e mecânicas (exemplo: MOR, MOE, etc.) da madeira das espécies analisadas deve ser incluída para a determinação dos usos e aplicações das espécies florestais ainda pouco conhecidas.

#### 5 REFERÊNCIAS

- ALZATE, S. B. A. **Caracterização da madeira de clones de *Eucalyptus grandis*, *E. saligna* e *E. grandis x urophylla***. 2004. 132p. Tese (Doutorado) – Escola Superior de Agricultura Luiz de Queiroz, Piracicaba, 2004.
- ARAÚJO, H. J. B. Relações funcionais entre propriedades físicas e mecânicas de madeiras tropicais brasileiras. **Floresta**, Curitiba, v. 37, n. 3, p. 399-416, set./dez. 2007.
- AYRES, M. et al. **Bio Estat 2.0: aplicações estatísticas nas áreas de ciências biológicas e médicas**. Brasília: CNPq, 2000. 272 p.
- DIETENBERGER, G. **Wood handbook: wood as an engineering material**. Madison: U.S. Department of Agriculture, 1999. 463p. (Forest Products Laboratory, 113).
- FOELKEL, C. E. B.; BRASIL, M. A. M.; BARRICHELO, L. E. G. **Métodos para a determinação da densidade básica de cavacos para coníferas e folhosas**. Piracicaba: IPEF, 1971. (IPEF, 2/3).
- HERNÁNDEZ, R. E. Swelling properties of hardwoods as affected by their extraneous substances, wood density, and interlocked grain Society of Wood Science and Technology. **Wood and Fiber Science**, Madison, v. 39, n. 1, p. 146-158, Apr. 2007.
- INSTITUTO DE PESQUISAS TECNOLÓGICAS DO ESTADO DE SÃO PAULO. **Fichas de características das madeiras brasileiras**. 2. ed. São Paulo, 1989. 418p.
- JOHANSEN, D. A. **Plant microtechnique**. New York: MacGraw-Hill, 1940. 533p.
- JOHNSON, R. A.; WICHERN, D. W. **Applied multivariate statistical analysis**. 2. ed. New Jersey: Prentice Hall, 1988. 607p.
- LORENZI, H. **Árvores Brasileiras: manual de identificação e cultivo de plantas arbóreas nativas do Brasil**. 2. ed. Nova Odessa: Plantarum, 1998. 352p.
- MADY, F. T. M. **Conhecendo a madeira: informações sobre 90 espécies comerciais**. SEBRAE/AM, 2000. 212p.
- MAEGLIN, R. R. **Forest products from Latin America-An almanac of the state of the knowledge and the state of**



**the art.** Madison: U. S. Department of Agriculture, 1991. 151 p. (Forest Products Laboratory, 67).

MAINIERI, C.; CHIMELO, J. P. **Fichas de características das madeiras brasileiras.** São Paulo: Instituto de Pesquisas Tecnológicas, 1989. 418p.

MELLO, E. C. **Estudo dendrológico de essências florestais do Parque Nacional de Itatiaia e os caracteres anatômicos de seus lenhos.** Brasília: Ministério da Agricultura, 1950. 172p. (Boletim, 2).

MUNOZ, A. M.; CIVILLE, G. V.; CARR, B. T. **Sensory evaluation in quality control.** New York: Van Nostrand Reinhold, 1992. 240 p

RICHTER, H. G.; BURGER, L. M. **Anatomia da Madeira.** 2. ed. Curitiba: UFPR, 1991. 78p.

ROSERO-ALVARADO, J. **Dendrocronologia de árvores de mogno, *Swietenia macrophylla* King., Meliaceae, ocorrentes na floresta tropical Amazônica do Departamento de Madre de Dios, Peru.** 2009. 129p. Dissertação (Mestrado) – Escola Superior de Agricultura Luiz de Queiroz, Piracicaba, Piracicaba, 2009.

SCHULZE, M. et al. Madeiras nobres em perigo. **Ciência Hoje**, São Paulo, v. 36, n. 214, p. 66-69, 2005.

SETTE JÚNIOR, C. R. **Efeito da aplicação do lodo de esgoto e de fertilização mineral no crescimento e**

**propriedades da madeira de árvores de *Eucalyptus grandis* W. Hill ex. Maiden.** 2007. 153 p. Dissertação (Mestrado em Recursos Florestais) - Escola Superior de Agricultura Luiz de Queiroz, Piracicaba, Piracicaba, 2007.

SOUZA, A. L. et al. Análises multivariadas para manejo de floresta natural na reserva florestal de Linhares, Espírito Santo: análise de agrupamento e discriminante. **Revista Árvore**, Viçosa, MG, v. 14, n. 2, p. 85-101, 1990.

SOUZA, M. H. de. **Madeiras tropicais brasileiras.** Brasília: IBAMA/LPF, 1997.

TOMAZELLO FILHO, M. **Efeito da irrigação e fertilização nas propriedades do lenho de árvores de *Eucalyptus grandis* x *urophylla*.** 2006. p.135. Tese (Livre- Docência) - Escola Superior de Agricultura Luiz de Queiroz, Piracicaba, 2006.

VITAL, B. R. **Métodos de determinação de densidade da madeira.** Viçosa, MG: SIF, 1984. 21p. (Boletim Técnico).

YI-QUING, W. et al. Relationships of anatomical characteristics versus shrinkage and collapse properties in plantation-grown eucalypt wood from China. **Journal of Wood Science**, Madison, v. 52, n. 3, p. 187-194, June 2006.

ZENID, G. **Madeira: uso sustentável na construção civil.** 2. ed. São Paulo: Instituto de Pesquisas Tecnológicas, 2009. 99p.