



### **Propriedades da madeira de *Parkia multijuga* de plantios homogêneos na Amazônia**

**Resumo:** Este trabalho teve como objetivo determinar as propriedades físicas e as dimensões das fibras da madeira de *Parkia multijuga* para caracterizar as propriedades da madeira proveniente de florestas plantadas para fins de rebrota. Para a determinação das propriedades físicas e anatômicas foram amostradas 7 árvores de um plantio, e a partir desses, houve o agrupamento estatístico pela análise de componentes principais (PCA). A árvore 1 é indicada para papel e celulose, as árvores 3 e 4, são indicadas para laminação. As árvores que serão utilizadas para rebrota deverão ser indicadas de acordo com o uso, levando em conta suas propriedades.

**Palavras-chave:** Propriedades físicas, dimensão das fibras, floresta plantada.

### **Properties of wood from *Parkia multijuga* from homogeneous plantations in the Amazon**

**Abstract:** The objective of this work was to determine the physical properties and dimensions of the fibers of *Parkia multijuga* wood to characterize the properties of the wood from planted forests for regrowth purposes. For the determination of the physical and anatomical properties 7 trees of a planting were sampled, and from these, the statistical grouping by principal component analysis (PCA) was performed. Tree 1 is indicated for paper and cellulose, trees 3 and 4, are indicated for lamination. The trees that will be used for regrowth should be indicated according to the use, taking into account their properties.

**Key-words:** Physical properties, fiber size, planted forest.

## **INTRODUÇÃO**

A madeira é um material biológico que apresenta grande variabilidade em sua composição química, propriedades anatômicas e físico-mecânicas. Variações acentuadas são frequentemente observadas entre espécies, indivíduos e dentro da árvore no sentido axial e radial do fuste. Essa variabilidade ocorre devido ao efeito de diferentes práticas silviculturais que alteram as propriedades tecnológicas da madeira e da própria característica biológica de cada espécie (Braz, 2013).

Conhecida popularmente como fava-arara ou faveira-benguê, a *Parkia multijuga* Bent é uma espécie arbórea, nativa da Amazônia e ligada botanicamente à família Fabaceae. Para Carvalho (2009), a faveira-benguê atinge até 40 m de altura e até 100 cm de diâmetro a 1,30 do solo, produzindo madeira de média densidade utilizada para produção de papel e celulose, energia e madeira serrada. Assim, evidenciar prioritariamente essa variabilidade no uso múltiplo encontrado na fava-arara, permitirá produzir matéria-prima mais homogênea e com as propriedades tecnológicas desejadas no produto final.

De acordo com Carneiro e Cordeiro (2018) características como aptidão pra condução em sistema de talhadia, alto índices de rebrotamento e baixo índices de mortalidade entre brotações, tem indicado o potencial dessa espécie. No entanto ainda são limitadas as informações disponíveis sobre as propriedades da madeira proveniente de plantios na Amazônia. Neste sentido, analisou-se

a variabilidade das propriedades físicas e dimensões das fibras da madeira de árvores de *Parkia multijuga* Benth plantadas no estado do Pará, para análise do potencial da madeira, proveniente de florestas plantadas na região, para fins de rebrota natural.

### **MATERIAL E MÉTODOS**

Foram selecionadas 7 árvores de *Parkia multijuga*, com 17 anos de idade em um plantio homogêneo com espaçamento 6 m x 6 m entre árvores, localizado no município de Paragominas, Pará. O município apresenta clima tropical, classificado, segundo Koppen, como “Am”, com pluviosidade média anual é de 1805 mm e a temperatura média de 26 °C. A região apresenta Latossolos Amarelos; Argissolos Amarelos; Plintossolos, Gleissolos e Neossolos (Rodrigues et al., 2003).

As árvores selecionadas, eram saudáveis livres de patógenos, sem bifurcações ou tortuosidade evidente no fuste. Foram obtidos discos a 50% da altura comercial de cada árvore, o diâmetro médio das árvores foi de 36,3 cm ( $\pm 5,3$ ). A partir dos discos, foram obtidas amostras diametrais e destas foram produzidos corpos de prova no sentido radial (medula – câmbio) com dimensões 2 cm x 2 cm x 3 cm, direção radial, tangencial e longitudinal respectivamente, para a determinação das propriedades físicas e dimensões de 1cm x 1cm para comprimento das fibras. A densidade básica, as retratilidades lineares e volumétrica da madeira foram determinadas segundo procedimento de ensaio descrito na NBR 7190 da Associação Brasileira de Normas Técnicas (ABNT, 1997). Para mensuração das dimensões das fibras utilizou-se o método de maceração de Franklin (Franklin 1945, modificado por Kraus e Arduin 1997). Foram medidas 30 fibras para cada corpo de prova. O processo de análise seguiu as recomendações da IAWA Committee (1989).

De forma preliminar à análise estatística, foi realizado o teste de homogeneidade de variância (teste Bartlett a 5% de significância) e analisada a normalidade dos resíduos pelo teste de Shapiro-Wilk a 5% de significância, para todos os parâmetros anatômicos e físicos avaliados. A comparação estatística entre as propriedades físicas e anatômicas entre as árvores foi feita por meio de ajuste usando modelos lineares generalizados (GLM), as médias para as propriedades comparadas por contraste de modelos interpretadas em um nível de significância de 5%. Para ordenar os indivíduos e verificar a formação de grupos partir das propriedades anatômicas e físicas realizou-se análise de componentes principais (PCA). Todas as análises estatísticas foram realizadas usando o software R, versão 3.0 (R Development Core Team, 2).

### **RESULTADOS**

A comparação entre a média dos valores por indivíduo, bem como o valor médio das propriedades físicas e anatômicas da madeira de *Parkia multijuga* são apresentadas nas Tabelas 1 e



2.

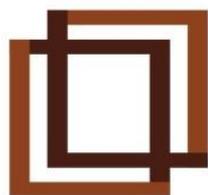
**Tabela 1.** Valores médios das propriedades físicas para a madeira de *Parkia mutijuga* Benth.

Estatística descritiva	Contrações (%)			T/R	$\rho_{bas}$ (g.cm <sup>-3</sup> )
	$\varepsilon_v$	$\varepsilon_t$	$\varepsilon_r$		
Árvore 1	10,67 <sup>ac</sup> (8,5-14,00)	6,59 <sup>ab</sup> (5,94-7,44)	3,51 <sup>c</sup> (3,29-3,73)	1,87 <sup>a</sup> (1,69-2,14)	0,55 <sup>c</sup> (0,47-0,62)
Árvore 2	17,24 <sup>c</sup> (10,87-23,82)	6,54 <sup>ab</sup> (5,49-7,47)	2,74 <sup>ac</sup> (1,69-3,55)	2,50 <sup>ab</sup> (1,65-3,25)	0,46 <sup>bc</sup> (0,37-0,51)
Árvore 3	8,95 <sup>ab</sup> (7,24-10,38)	4,62 <sup>a</sup> (3,78-5,19)	2,30 <sup>a</sup> (1,67-3,06)	2,05 <sup>ab</sup> (1,68-2,26)	0,32 <sup>a</sup> (0,25-0,39)
Árvore 4	11,78 <sup>bc</sup> (7,99-16,78)	6,05 <sup>ab</sup> (5,18-6,92)	2,63 <sup>ab</sup> (2,13-3,23)	2,34 <sup>ab</sup> (1,6-2,84)	0,30 <sup>a</sup> (0,21-0,38)
Árvore 5	11,53 <sup>ac</sup> (7,69-14,74)	5,13 <sup>ab</sup> (3,78-6,54)	2,26 <sup>a</sup> (1,08-3,18)	2,48 <sup>ab</sup> (1,93-3,5)	0,47 <sup>bc</sup> (0,43-0,5)
Árvore 6	14,09 <sup>bc</sup> (8,15-23,03)	9,04 <sup>b</sup> (5,04-18,3)	2,69 <sup>ac</sup> (2,03-3,24)	3,45 <sup>b</sup> (1,66-7,01)	0,41 <sup>b</sup> (0,37-0,46)
Árvore 7	7,86 <sup>a</sup> (6,96-14,81)	5,04 <sup>a</sup> (3,9-6,98)	3,32 <sup>bc</sup> (2,62-4,53)	1,52 <sup>a</sup> (1,43-1,66)	0,46 <sup>b</sup> (0,42-0,50)
Média	11,04	6,02	2,89	2,18	0,42
CV	41,44	39,74	22,69	46,27	20,57

$\varepsilon_v$ : contração volumétrica,  $\varepsilon_t$ : contração tangencial,  $\varepsilon_r$ : contração radial, T/R: anisotropia,  $\rho_{bas}$ : densidade básica, CV: coeficiente de variação. Valores entre parênteses são máximo e mínimo. Valores médios com letras diferentes entre as linhas da mesma propriedade indicam diferenças significativas a 5% de significância.

**Tabela 2.** Propriedades anatômicas da madeira de *Parkia mutijuga* Benth

Estatística descritiva	CF	DF	DLF	EPF
Árvore 1	1089,94 <sup>b</sup> (642,33-1514,83)	20,80 <sup>ab</sup> (9,60-31,29)	12,65 <sup>a</sup> (3,71-22,36)	4,08 <sup>a</sup> (1,65-6,93)
Árvore 2	1262,491 <sup>cd</sup> (771,81-1694,35)	23,09 <sup>bc</sup> (10,95-38,49)	14,68 <sup>ab</sup> (5,19-25,43)	4,20 <sup>ab</sup> (2,50-7,69)
Árvore 3	964,40 <sup>a</sup> (578,97-1338,48)	22,30 <sup>ac</sup> (10,41-40,59)	18,45 <sup>c</sup> (6,27-35,65)	1,93 <sup>c</sup> (0,94-3,65)
Árvore 4	1167,59 <sup>bc</sup> (842,25-1564,09)	22,30 <sup>a</sup> (10,41-40,59)	18,45 <sup>bc</sup> (6,27-35,65)	1,93 <sup>bc</sup> (0,94-3,65)
Árvore 5	1327,02 <sup>d</sup> (790,36-1789,26)	24,28 <sup>c</sup> (11,12-41,13)	18,08 <sup>c</sup> (6,17-32,16)	3,10 <sup>c</sup> (4,67-7,80)
Árvore 6	1341,41 <sup>d</sup> (990,80-1732,28)	23,23 <sup>bc</sup> (10,57-38,72)	15,85 <sup>bc</sup> (4,30-27,57)	3,69 <sup>bc</sup> (1,86-6,10)
Árvore 7	1363,82 <sup>d</sup> (1001,12-1878,32)	24,12 <sup>c</sup> (14,72-33,79)	17,15 <sup>bc</sup> (9,31-25,77)	3,49 <sup>bc</sup> (2,02-5,62)
Média	1216,49	22,48	16,09	3,20
CV	19,74	26,98	(36,00)	(42,76)



CF: comprimento de fibra; DF: Diâmetro da Fibra; DLF: Diâmetro do Lúmen da fibra; EPF: Espessura da parede da fibra. Valores entre parênteses são máximo e mínimo. Valores médios com letras diferentes entre as linhas da mesma propriedade indicam diferenças significativas a 5% de significância.

A partir da análise das Tabelas 1 e 2 observou-se que todas as árvores avaliadas apesar de serem da mesma espécie apresentaram variações estatísticas significativas ( $p < 0,05$ ) para algumas das propriedades físicas e anatômicas avaliadas. Os resultados encontrados com a análise de componentes principais (PCA) permitiu o agrupamento estatístico dos indivíduos e apontou as propriedades de maior peso que justificaram a formação dos grupos. Observou-se que propriedades físicas e anatômicas dos indivíduos variam principalmente dentro de três fatores que, juntos explicam 88,52% da variância total dos dados. Na Tabela 3 encontram-se os autovetores e a variância explicada por essas variáveis latentes.

Tabela 3. Autovetores das variáveis originais nas três primeiras componentes principais

Variável original	Componente principal Autovetores		
	CP 1	CP 2	CP 3
Densidade básica ( $\text{g}\cdot\text{cm}^{-3}$ )	0,39	0,29	0,25
Contração radial (%)	0,29	0,47	-0,07
Contração tangencial (%)	0,38	-0,30	-0,24
Contração volumétrica (%)	0,31	-0,38	-0,18
Coefficiente de anisotropia	0,18	-0,56	-0,12
Comprimento das fibras ( $\mu\text{m}$ )	0,26	-0,19	0,44
Diâmetro do lume das fibras ( $\mu\text{m}$ )	-0,40	-0,22	0,66
Diâmetro das fibras ( $\mu\text{m}$ )	0,06	-0,14	0,38
Espessura da parede das fibras ( $\mu\text{m}$ )	0,49	0,10	0,19
Autovalores	3,52	2,46	1,97
Variância acumulada	39,15	66,59	88,52

A CP 1 explicou 39,15% da variação, nessa componente as propriedades com autovetores positivos de maior peso 0,49 e 0,39, foram espessura da parede das fibras e a densidade básica respectivamente enquanto que o diâmetro do lume teve o autovetor negativo mais representativo -0,40. A CP 2 explicou 27,43% da variação e teve como autovetor positivo de maior representatividade 0,47 a contração radial e negativo -0,56 o coeficiente de anisotropia. Já a CP 3 explicou 21,92 e teve o diâmetro do lume das fibras como autovetor positivo mais representativo 0,66 (Tabela 2).

Na Figura 1 é apresentada a dispersão das árvores em função dos escores das três primeiras componentes principais para as propriedades avaliadas

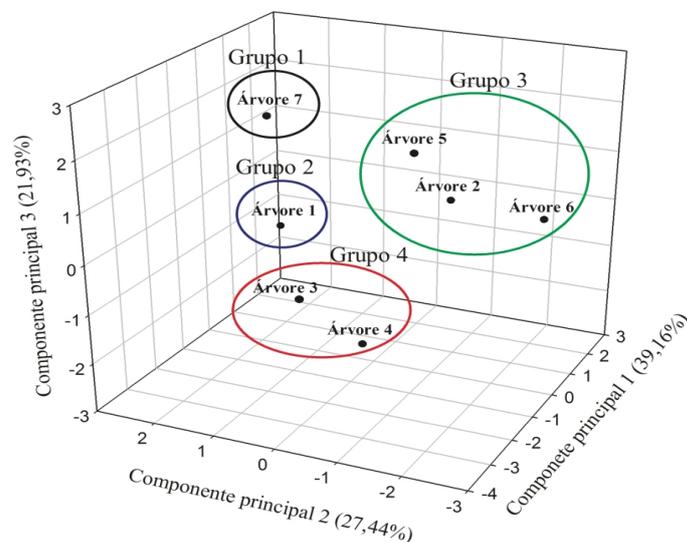


Figura 1. Dispersão das árvores em função dos escores nas três primeiras componentes principais.

A dispersão dos indivíduos em função dos escores possibilitou a formação de quatro grupos a partir do maior grau de similaridade entre as propriedades de maior peso entre as componentes principais (Tabela 2 e Figura 1): a árvore 1 foi isolada das demais principalmente por apresentar valores maiores de densidade básica e espessura da parede das fibras, e um dos menores valores de anisotropia e diâmetro do lume das fibras; a árvore 7 também foi isolada, pois apresentou conjuntamente os maiores valores de comprimento e diâmetro das fibras; foram agrupadas as árvores 5, 2 e 6 por apresentar os maiores valores de coeficiente de anisotropia; já as árvores 3 e 4 foram agrupadas por apresentar menores valores médios de densidade básica e espessura da parede das fibras.

## DISCUSSÕES

Segundo Carvalho (2009) a madeira em estudo é de baixa densidade,  $\leq 0,40 \text{ g.cm}^{-3}$ , para Fedalto et al., (1989) a madeira da espécie enquadrasse na classe de média densidade ( $0,40\text{-}0,75 \text{ g.cm}^{-3}$ ). Os resultados apresentados aqui, para a madeira plantada da espécie de *Parkia multijuga* corroboram com Fedalto et al., (1989), pois o valor médio observado foi de  $0,42 \text{ g.cm}^{-3}$ , havendo árvores que atingiram a média de até  $0,55 \text{ g.cm}^{-3}$ . Não foram encontrados trabalhos com valores de referência para as contrações lineares e volumétricas da espécie *P. multijuga*, assim os valores foram comparados com outras espécies do gênero. Maniere e Chimelo (1989) ao estudarem a madeira de *P. paraenses* observaram valores de, 3,2%, 7,7% e 11,6% para as contrações radial, tangencial e volumétrica respectivamente. Para *P. pendula* os mesmos autores observaram valores

semelhantes para os mesmos parâmetros avaliados. Os valores observados para as contrações de *P. mutijuga* são semelhantes ao descrito para ambas espécies.

A PCA mostrou a formação de diferentes grupos entre as árvores avaliadas, que expressa a marcante variabilidade das propriedades físicas e anatômicas entre os indivíduos plantados. No presente estudo a espécie analisada foi proveniente de um plantio seminal, podendo haver, portanto grande heterogeneidade entre os indivíduos plantados. Melo et al., (2014) em seu trabalho sobre a madeira plantada de *S. parahyba* var. *amazonicum* detectaram acentuada variabilidade nas propriedades físicas para árvores do mesmo plantio. Souza et al., (2003) explicam o plantio de espécies florestais por coleta e propagação de sementes, apesar de eficiente, não permite a manutenção das características da planta original.

A variabilidade observada na comparação das médias (Tabelas 1 e 2) bem como os grupos formados na PCA, sinalizam a possibilidade de seleção de árvores para conduzir sistema silvicultural de talhadia, a partir das propriedades de interesse ao produto final, para a produção de madeira mais densa, a árvore 1 seria indicada, objetivando madeira com fibras mais longas a árvore 7 seria a melhor escolha, buscando-se evitar a produção de madeira com maior propensão a defeitos de secagem e processamento mecânico as árvores 5, 2 e 6 devem ser evitadas.

## CONCLUSÃO

A madeira de *P. mutijuga* proveniente de plantios homogêneos: a) apresenta acentuada variabilidade das propriedades físicas e da dimensão das fibras entre os indivíduos plantados, b) o agrupamento apresentado entre as árvores avaliadas possibilita a seleção de matrizes para condução de rebrota e programas de melhoramento florestal a partir das diferentes propriedades de interesse da madeira.

## REFERÊNCIAS

Associação Brasileira de Normas Técnicas. Projeto de estruturas de madeira. NBR 7190/1997. São Paulo; 1997.

Braz RL, Oliveira JTS, Rodrigues BP, Arantes MDC. Propriedades físicas e mecânicas da madeira de *Toona ciliata* em diferentes idades. Revista Floresta, Curitiba 2013; 43 (4): 663-670.

Carneiro AA, Cordeiro FCN. Potencial de Rebrota da fava-arara-tucupi (*Parkia mutijuga* Benth.) para utilização de sistema de talhadia. Trabalho de Conclusão de Curso - Curso de Engenharia Florestal, Universidade do Estado do Pará, Paragominas-PA, 2018.

Carvalho PER. Faveira-Benguê (*Parkia mutijuga*). Colombo. Comunicado técnico. Embrapa, Belém 2009.

Fedalto LC, Mendes ICA, Corandin VTR. Madeiras da Amazônia. Descrição do lenho de 40 espécies ocorrentes na Floresta Nacional do Tapajós. Instituto Brasileiro de Meio Ambiente e Recursos Naturais Renováveis. IBAMA, Brasília, 1989; 156p.

International Association of wood Anatomists. List of microscope features for hardwood identification. IAWA Bulletin, Leiden 1989; 10: 234-332.

Kraus JE, Arduin M. Manual básico de métodos em morfologia vegetal. Seropédica: Editora da Universidade Federal Rural do Rio de Janeiro, 1997; 198p.

Mainieri C, Chimelo JP. Fichas de características de madeiras brasileiras. São Paulo: Companhia de Promoção de Pesquisa Científica e Tecnológica do Estado de São Paulo; 1989. 2040p

Melo LEL, Silva CJ, Protásio TP, Trugilho PF, Santos IS, Urbinati CV. Influence of spacing on some physical properties of *Schizolobium parahyba* var. *amazonicum* (Huber ex Ducke). Scientia Forestalis 2014; 42 (104):483-490.

R Development Core Team. R (2013). A language and environment for statistical computing. Vienna: R Foundation for Statistical Computing. Disponível em:<<http://www.R-project.org>> Acesso 01 Maio, 2019.

Rigatto PA, Dedecek RA, Matos JLM. Influência dos atributos do solo sobre a qualidade da madeira de *Pinus taeda* para produção de celulose kraft. Revista árvore 2004; 28: 267-273.

Rodrigues TE, Silva RC, SILVA JML, Raimundo CO, Ferreira JJN, Valente GMN. Caracterização e Classificação dos Solos do Município de Paragominas, Estado do Pará. Comunicado técnico. Embrapa, Belém 2003.

Souza CR, Rossi LMB, Azevedo CP, Vieira AH. Paricá: *Schizolobium parahyba* var. *amazonicum* (Huber ex Ducke) Barneby. Manaus. Comunicado técnico. Embrapa Florestas, 2003.