

UNIVERSIDADE FEDERAL DE GOIÁS
ESCOLA DE AGRONOMIA
CURSO DE ENGENHARIA FLORESTAL

ANA CLARA MALAQUIAS VASCONCELLOS

**QUALIDADE DA MADEIRA DE ESPÉCIES ARBÓREAS NATIVAS DO BIOMA
CERRADO**

GOIÂNIA
2014

ANA CLARA MALAQUIAS VASCONCELLOS

**QUALIDADE DA MADEIRA DE ESPÉCIES ARBÓREAS NATIVAS DO BIOMA
CERRADO**

Trabalho de Conclusão de Curso, na forma de Artigo Científico apresentado à Universidade Federal de Goiás (UFG), como parte das exigências para obtenção do título de Engenheira Florestal.

Orientador: Carlos Roberto Sette Júnior

GOIÂNIA

2014

ANA CLARA MALAQUIAS VASCONCELLOS

**QUALIDADE DA MADEIRA DE ESPÉCIES ARBÓREAS NATIVAS DO BIOMA
CERRADO**

Trabalho de Conclusão de Curso, apresentado à
Universidade Federal de Goiás (UFG), como parte das
exigências para obtenção do título de Engenheira
Florestal.

BANCA EXAMINADORA:

Prof. Carlos Roberto Sette Júnior
Orientador

Prof.^a Francine Neves Calil

Prof.^a Patrícia Pereira Pires

A Deus por ter me iluminado nas decisões mais difíceis e me guiado ao longo do curso para trilhar o caminho mais correto possível.

Aos meus pais e irmãos que me deram suporte e estrutura para que eu pudesse concluir este curso de forma gloriosa e que sempre me deram amor, força, coragem e constante apoio para seguir em busca de meus objetivos.

DEDICO

AGRADECIMENTOS

Além de dedicar este trabalho, meus maiores agradecimentos, vão para Deus, minha mãe Eliane, meu pai Márcio, e meus irmãos Arthur e Gabriel, que sempre foram e sempre serão minha maior fonte de amor e apoio, sem eles a conclusão deste sonho não seria possível. Meus eternos agradecimentos a eles!

Aos meus familiares que por tantas vezes seguraram a barra para que eu pudesse concluir mais esta etapa na minha vida;

Ao meu namorado Max Aquino pela paciência, companheirismo, dedicação e amor que me deu durante esta caminhada;

A minha família 'adotiva', Madalena, Manara, Marina e Antônio que se tornaram pessoas tão especiais, e que foram fundamentais nesta reta final de curso;

As amigas de faculdade Ana Maria, Eloysa e Mayara, por todos estes anos de convivência, amizade e carinho e que tiveram papel essencial na minha vida e graduação;

Aos professores da Engenharia Florestal, que tiveram a paciência e dedicação de passar seus conhecimentos a nós de forma tão competente;

Ao professor Carlos Sette Júnior, que além dos seus conhecimentos e orientação neste trabalho, me proporcionou momentos de amizade e descontração durante nosso convívio. Meus maiores agradecimentos ainda, pela indicação de estágio, no qual serei grata eternamente!

Aos meus colegas de curso que por tantas vezes me ajudaram durante a graduação;

A instituição, Universidade Federal de Goiás;

A empresa Champion pela oportunidade de estágio;

A Juliana França, minha supervisora por todo aprendizado me passado durante nosso convívio;

A todos os envolvidos de forma direta e indireta na concretização deste sonho.

OBRIGADA!

QUALIDADE DA MADEIRA DE ESPÉCIES ARBÓREAS NATIVAS DO BIOMA CERRADO

RESUMO

As características anatômicas constituem-se em um índice de qualidade, além da composição química e as propriedades físicas da madeira, compondo os fatores que estão relacionados às propriedades da madeira. Portanto, este trabalho teve como objetivo avaliar a densidade básica e as dimensões das fibras e vasos da madeira de espécies arbóreas nativas do Bioma Cerrado, gerando informações sobre a sua qualidade, visando determinar o seu potencial para o uso industrial. Na análise dos vasos, observou-se que a espécie que teve maior porcentagem de vasos na área foi o Angico com 18,16 %. Em relação ao diâmetro dos vasos, a espécie que teve o maior valor, foi a do Jatobá do Cerrado com 116,31 μm . A maior frequência de vasos foi do Barú com 34 vasos por mm^2 . A fibra do Louro Preto foi a que apresentou maior média de tamanho em comprimento, com valor de 1535,85 μm , em relação à largura total da fibra, o Angico foi quem obteve maior valor, 17,37 μm , quanto à espessura das paredes, o Barú com 5,02 μm foi quem obteve maior, a largura do lume da fibra teve como maior média o Louro Preto com 8,85 μm de largura. A espécie de maior densidade básica foi o Barú com 0,59 g/cm^3 e a menor encontrada foi a de Louro Preto com 0,38 g/cm^3 . A densidade básica e as características anatômicas apresentam modelo de variação radial caracterizado pelo aumento das suas dimensões no sentido medula-casca. Ou seja, existe efeito de posição radial em todos os dados para as madeira de *Cordia glabrata* (Louro-preto), *Anadenanthera calubrina* (Angico), *Dipteryx alata* (Baru), *Hymenea stigonocarpa* (Jatobá do Cerrado).

Palavras-chave: Cerrado; qualidade madeira; densidade; vaso; fibra.

QUALITY WOOD TREE SPECIES NATIVE BIOME CERRADO

ABSTRACT

The anatomical features are on a quality index, and chemical composition and physical properties of wood, making the factors that are related to wood properties. Therefore, this study aimed to assess basic density and fiber dimensions and timber vessels of native tree species of the Cerrado Biome, yielding information about their quality, to determine its potential for industrial use. In the analysis of the vessels, it was observed that the species had a higher percentage of vessels in the area was the Angico with 18.16% in relation to the diameter of the vessels, the species that had the highest value, was the Cerrado Jatoba with 116, 31 micrometers. The higher frequency of vessels was the Baru with 34 vessels per mm². The fiber Blond Black showed the highest average size in length, with a value of 1535.85 microns relative to the total width of the fiber, Angico was who obtained the highest value, 17.37 microns on the thickness of the walls the Baru with 5.02 mm was the one who got higher, the width of the lumen of the fiber had the highest average Laurel Black with 8.85 mm in width. The species with the highest specific gravity of 0.59 was the Baru g / cm³ and the lowest was found to Laurel Black with 0.38 g / cm³. The basic density and anatomical characteristics have radial variation characterized by the increase of its dimensions in cord-shell model sense. Ie, there is an effect of radial position on all data for wood *Cordia glabrata* (Blonde-black), *Anadenanthera calubrina* (Angico), *Dipteryx alata* (Barú), *Hymenea stigonocarpa* (Jatobá Cerrado).

Keywords: Cerrado; quality wood; densitie; vessel; fiber.

SUMÁRIO

RESUMO	6
ABSTRACT	7
1 INTRODUÇÃO	9
2 REVISÃO BIBLIOGRÁFICA	10
2.1 CARACTERIZAÇÃO DO BIOMA CERRADO.....	10
2.2 QUALIDADE DA MADEIRA DE ÁRVORES DO CERRADO.....	12
2.2.1- Densidade.....	13
3 MATERIAIS E MÉTODOS	15
3.1 CARACTERIZAÇÃO DA ÁREA DE ESTUDO	15
3.2 SELEÇÃO DAS ÁRVORES E COLETA DAS AMOSTRAS DO TRONCO.....	16
3.2.1 Características anatômicas do lenho das árvores	17
3.2.2 Densidade básica do lenho das árvores	18
3.3 ANÁLISES ESTATÍSTICAS.....	19
4 RESULTADOS E DISCUSSÕES	19
4.1 CARACTERÍSTICAS ANATÔMICAS: DIMENSÕES E POSIÇÃO RADIAL DAS FIBRAS.....	19
4.2 CARACTERÍSTICAS ANATÔMICAS: DIMENSÕES E POSIÇÃO RADIAL DOS VASOS.....	22
4.3 DENSIDADE BÁSICA: MÉDIA E POSIÇÃO RADIAL	25
5 CONCLUSÃO	27
6 RECOMENDAÇÕES	27
REFERÊNCIAS	28

1 INTRODUÇÃO

A região do cerrado, antes erroneamente considerada como uma área pobre, tem se mostrado, apesar das limitações químicas e físicas de seus solos, como importante provedora na crescente demanda por bens de consumo de origem vegetal, animal ou agroindustrial (GOULART et al., 2012). No entanto, ainda são insuficientes os estudos relativos às plantas nativas, causando dificuldades na utilização das espécies florestais, tanto para seu uso econômico, ou para recomposição e recuperação de áreas degradadas (SILVA et al., 2004).

No bioma cerrado existem cerca de 6.500 espécies da flora lenhosa que são pouco conhecidas e estudadas do ponto de vista da qualidade da madeira. O conhecimento deste aspecto é fundamental para o direcionamento correto de partes do tronco das árvores para diferentes usos, seja para fins energéticos como carvão vegetal para uso siderúrgico ou para usos sólidos como estruturas (RESENDE et al., 2007).

As características anatômicas da madeira constituem-se em um índice de qualidade, além da composição química e as propriedades físicas, compondo os fatores que estão relacionados às propriedades da madeira. As características anatômicas variam significativamente entre e dentro das árvores e podem ser controladas geneticamente, bem como apresentar alterações, em função de diferentes práticas silviculturais e da alteração da idade de corte (ZOBEL, B.J. e BUIJTENEN, 1989).

As fibras são células peculiares das angiospermas, constituindo geralmente a maior porcentagem de seu lenho (20-80%), no qual normalmente desempenham a função de sustentação (BURGER e RICHTER, 1991). A espessura da parede das fibras está intimamente relacionada com a densidade da madeira, e as variações na espessura da parede entre e dentro das árvores são similares ao padrão de variação da densidade (MALLAN, 1995).

Das propriedades do lenho, a densidade é considerada como uma das mais importantes, fornecendo informações sobre as suas demais características e comumente utilizada na qualificação da madeira. A densidade resulta da integração das propriedades físicas, anatômicas e químicas da madeira, constituindo-se na principal responsável pelas características de resistência, energia, etc., que condicionam a sua utilização (JORGE et al., 1998). A densidade básica é uma característica resultante da interação entre as propriedades químicas e anatômicas da madeira; portanto, as variações na densidade são provocadas por

diferenças nas dimensões celulares, das interações entre esses fatores e pela quantidade de componentes extratáveis presentes por unidade de volume (PANSHIN e DeZEEUW, 1980).

Diante do exposto, este Trabalho de Conclusão de Curso teve como objetivo principal avaliar a densidade básica e as dimensões das fibras e dos vasos da madeira de espécies arbóreas nativas do Bioma Cerrado, gerando informações sobre a sua qualidade, visando determinar o seu potencial para o uso industrial.

2 REVISÃO BIBLIOGRÁFICA

2.1 CARACTERIZAÇÃO DO BIOMA CERRADO

O termo “Cerrado” origina-se do espanhol e significa fechado, vedado, denso e provavelmente foi empregado na designação de formação vegetal de difícil travessia (RIBEIRO e WALTER, 1998).

Localiza-se predominantemente no Planalto Central do Brasil, ficando entre 5° e 20° de latitude Sul e 45° e 60° de longitude Oeste, com altitudes variando de quase 0 a 1.800 m, ocupando diferentes bacias hidrográficas (Amazonas, Tocantins, Paraná, Paraguai, São Francisco e Parnaíba) e exibindo grande diversidade de solos e climas que se refletem numa biota diversificada (KLINK *et al*, 2006); distribuída nos Estados de Goiás, Tocantins e o Distrito Federal, parte dos Estados da Bahia, Ceará, Maranhão, Mato Grosso, Mato Grosso do Sul, Minas Gerais, Piauí, Rondônia e São Paulo e também ocorre em áreas disjuntas ao norte dos Estados do Amapá, Amazonas, Pará e Roraima, e ao Sul, em pequenas “ilhas” no Paraná (EITEN, 1994).

Os solos que o constituem são antigos, profundos e bem drenados sendo, principalmente, latossolos (46%), podzólicos (15,1%) e areias quartzosas (15,2%), predominando, portanto, solos arenosos, areno-argilosos, argilo-arenosos ou, eventualmente, argilosos. Ainda, podem ser encontrados vários tipos de solos tais como o Latossolo, o Podzólico, a Terra Roxa Estruturada, a Brunizém, o Cambissolo, o Plintossolo, o Gleissolo, o Litólico, do tipo Areia Quartzosa, o Solo Aluvial e o Solo Orgânico (EMBRAPA, 1999). O teor de matéria orgânica na maioria desses solos é pequeno, ficando geralmente entre 3 a 5%

(COUTINHO, 2002). Klink et al (1996) afirmam que os solos são ácidos e de baixa fertilidade, com níveis altos de ferro, manganês e alumínio. Essa baixa fertilidade é agravada pelo carreamento do cálcio às regiões profundas, aumentando a deficiência desse nutriente na superfície, limitando o crescimento das plantas.

O clima é estacional, caracterizado por invernos secos e verões chuvosos, classificado como Aw segundo KÖPPEN (tropical chuvoso), com precipitação média anual de 1.500 mm, variando de 750 a 2000 mm (ADÁMOLI et al., 1987) com grandes variações intra-regionais. As temperaturas médias anuais variam do mínimo de 20 a 22°C até o máximo de 24 a 26°C. A umidade relativa do ar atinge níveis muito baixos no inverno seco (20 a 40%), e níveis muito altos no verão chuvoso (95 a 97%) (AB'SABER, 1992).

O Cerrado constitui a segunda maior formação vegetal brasileira em extensão. Caracterizado como vegetação de savana na classificação internacional, esse bioma estende-se por cerca de 200 milhões de quilômetros quadrados, representando 22% do território brasileiro (RATTER, 1992).

Como fitofisionomia natural brasileira, é reconhecido visualmente por ter solo revestido especialmente por gramíneas, entre as quais ervas, arbustos e árvores, em proporções variáveis. Essa vegetação é caracterizada especialmente pelo aspecto tortuoso de suas árvores e arbustos, cujos caules recobrem-se, em muitas vezes, de espessa casca, com folhas coriáceas de aspecto brilhantes ou revestidas por denso conjunto de pelos (WARMING e FERRI, 1973). Cole (1960), Eiten (1972) e Coutinho (1990) afirmam que fatores climáticos e edáficos, além do fogo e da intervenção humana, determinam as diferentes fitofisionomias da vegetação do cerrado. Segundo Coutinho (2004) no Cerrado brasileiro descrevem-se cinco fitofisionomias: o Cerradão, o Cerrado *Sensu Stricto*, Campos Rupestres, Campos Sujos e Campos Limpos, sendo que em cada fitofisionomia podem ser encontradas algumas espécies características. Ainda segundo ele, no domínio do Cerrado têm-se algumas formações alheias a este bioma, como veredas, matas de galeria e matas mesófilas de interflúvio.

Fisionomicamente, o Cerradão caracteriza-se por conter árvores de 12 m de altura ou mais. No Cerrado *Sensu Stricto*, com estrato arbóreo-arbustivo geralmente em torno de 6 ou 7 metros e estrato rasteiro mais ou menos contínuo. O Campo rupestre possui vegetação com o estrato arbóreo-arbustivo mais aberto. No Campo Sujo, com estrato herbáceo-graminoso dominante e arbustos ou pequenas árvores esparsas; no Campo Limpo, vê-se único estrato, dominado por gramíneas. (SANO e ALMEIDA, 1998).

Esta alta heterogeneidade ambiental faz com que a vegetação deste bioma seja uma das mais diversificadas do Brasil. Em toda parte, o seu tipo de vegetação predominante - a savana ou Cerrado sensu stricto – é seguidamente intercalado por campos e florestas (EITEN 1994, OLIVEIRA-FILHO e RATTER 2002, IBGE 2000). Mittermeyer et al (1999) estimaram que 67% dessas áreas são consideradas "altamente modificadas" e apenas 20% encontra-se em estado original. Assim, essa vegetação brasileira está dentre as mais ameaçadas do planeta.

2.2 QUALIDADE DA MADEIRA DE ÁRVORES DO CERRADO.

Ao tratar-se de estudos da qualidade da madeira, principalmente de suas propriedades físicas e químicas para espécies nativas, especialmente as do Cerrado, poucos trabalhos são encontrados, destacando-se os de Paula (2005) que caracterizou a anatomia da madeira de espécies nativas do cerrado, visando sua utilização na produção de energia, e observou que:

- (i) *Lindackeria paraensis* (Farinha-seca), tem como espessura de parede das fibras 4,37 μm , diâmetro do lume 4,26 μm , largura 21 μm , diâmetro total 13 μm , comprimento 688 μm e fração parede de 67,23 μm . O valor de densidade encontrada foi de 820 kg/m^3 ;
- (ii) *Platonia insignis* (Bacuri), tem como espessura de parede das fibras 11,55 μm , diâmetro do lume 7,00 μm , largura 25 μm , diâmetro total 30, comprimento 1861 μm e fração parede de 76,66 μm . O valor de densidade encontrada foi de 860 kg/m ;
- (iii) *Parkia platycephala* (Faveira), tem como espessura de parede das fibras 5,75 μm , diâmetro do lume 5,50 μm , largura 25 μm , diâmetro total 16 μm , comprimento 920 μm e fração parede de 71,87 μm . O valor de densidade encontrada foi de 740 kg/m^3 ;
- (iv) *Swartzia flaemingii* (Jacarandá) tem como espessura de parede das fibras 6,21 μm , diâmetro do lume 6,80 μm , largura 21 μm , diâmetro total 14 μm , comprimento 1095 μm e fração parede de 88,71 μm . O valor de densidade encontrada foi de 900 kg/m .

Outro trabalho que se destaca é do de Montefusco et al (2005), avaliou a anatomia ecológica do lenho de *Stryphnodendron adstringens* (Mart.) Coville (Leguminosae), Barnatimão, no Parque Estadual do Cerrado – Jaguariaíva-PR, e obteve os resultados em relação a espécie: vasos apresentando a frequência de pouco a numerosos (4-6-17mm²)¹, comprimento variando de muito curtos a curtos (120-315-557µm); e fibras e fibrotraqueídes: variaram de extremamente curto a curto (360-656-1067µm), com diâmetro de pequeno a grande (11-27-44µm) e espessura de parede variando entre 1,6-4,1-9,5µm.

Como dito, trabalhos voltados para o estudo da madeira de espécies do Bioma Cerrado são escassos, dificultando a comparação dos resultados encontrados das espécies estudadas neste trabalho, *Cordia glabrata* (Louro-preto), *Anadenanthera calubrina* (Angico), *Dipteryx alata* (Baru), *Hymenea stigonocarpa* (Jatobá do Cerrado), com resultados de outros autores.

2.2.1- Densidade

De acordo com Panshin e Zeeuw (1980), a densidade é uma propriedade física importante da madeira, pois é um parâmetro que pode afetar outras de suas propriedades. Segundo Chimello (1980), a densidade da madeira é considerada a propriedade física mais importante, relacionando-se com outras propriedades e a sua utilização, assim, madeira de maior densidade corresponde, em geral, a uma maior resistência mecânica e alto valor energético, isso, porque a densidade está diretamente relacionada à quantidade de celulose que a constitui.

A densidade é uma das propriedades da madeira mais importante e mais estudada, podendo variar de 0,13 a 1,40 g/cm³ (BURGER e RICHTER, 1991). Está diretamente relacionada ao volume vazio dos poros e, conseqüentemente, com outras propriedades físicas e mecânicas. A densidade básica é definida como a massa seca por unidade de volume saturado (BOWYER et al., 2003) sendo a forma mais utilizada, entre várias, para expressar essa característica física da matéria.

A densidade representa a quantidade de material lenhoso por unidade de volume ou, de forma inversa, o volume dos espaços vazios presentes na madeira, sendo um índice significativamente utilizado para avaliar a viabilidade do emprego da madeira para diversas finalidades (LIMA et al., 2000; VALÉRIO et al., 2008). É uma das propriedades que contribui com um maior número de informações sobre as suas características, devido a sua

relação com sua resistência e rigidez (PANSHIN; DE ZEEUW, 1980; OLIVEIRA et al., 2007).

No entanto, segundo Oliveira (2003), a densidade não deve ser isoladamente considerada um único índice de qualidade da madeira. A composição química e as características anatômicas também devem ser avaliadas.

Correlações entre densidade básica e outras características da madeira variam grandemente, sendo que a correlação com o teor de lenho tardio e com a espessura de parede da fibra é positiva e forte. A densidade é influenciada pelo tipo de células, seus diâmetros, espessuras de parede, comprimentos e quantidade de materiais não estruturais, tais como extrativos e tiloses (VALENTE et al., 1992). Segundo Shimoyama e Barrichelo (1991), as características que exercem maiores influências na densidade são a espessura da parede e o diâmetro do lume.

Madeiras com densidades elevadas, normalmente, apresentam fibras mais espessas, menor volume de tecido parenquimático, menor frequência de vasos que, muitas vezes, podem estar obstruídos por tilose (SILVA JR et al., 1996).

A descrição anatômica (BURGER e RICHTER, 1991), a composição química (SJÖSTRÖM, 1993) e a densidade (VITAL, 1984) formam os parâmetros que constituem a base para quaisquer estudos tecnológicos que sejam efetuados na madeira, auxiliando na interpretação dos resultados e permitindo empregá-la corretamente para determinado tipo de uso.

De acordo com Demuner et al. (1991) embora seja geralmente considerada como uma característica única, a densidade básica é um componente dependente das proporções de lenho inicial e tardio, do tamanho e número de fibras e da espessura da parede da fibra. Existem evidências de que madeiras com maior densidade básica têm fibras menos flexíveis, devido aos elevados valores de momento de inércia da secção transversal das fibras, em consequência da maior espessura de parede.

3 MATERIAIS E MÉTODOS

3.1 CARACTERIZAÇÃO DA ÁREA DE ESTUDO

Este estudo foi desenvolvido no Cinturão Verde da Escola de Agronomia, campus Samambaia, Universidade Federal de Goiás (16°35' S, 49°29'W), município de Goiânia/GO. Esta área era plantada com árvores de Eucalipto que foram retiradas para dar lugar a plantações com espécies arbóreas nativas do Bioma Cerrado no de 1997. Depois desta data de implantação, mais árvores foram plantadas no decorrer dos anos dificultando, portanto a definição de idade de cada árvore. Segundo a classificação de Köppen, o clima da região é do tipo Aw (quente e semi-úmido, com estação seca bem definida nos meses de maio a outubro), com altitude de 727 m, precipitação média anual de 1400 mm e temperatura média anual de 22°C.



Figura 1- Localização do município de Goiânia.

3.2 SELEÇÃO DAS ÁRVORES E COLETA DAS AMOSTRAS DO TRONCO

Na área experimental, foram identificadas e selecionadas as espécies arbóreas nativas do Bioma Cerrado: *Cordia glabrata* (Louro-preto), *Anadenanthera calubrina* (Angico), *Dipteryx alata* (Baru) e *Hymenea stigonocarpa* (Jatobá do Cerrado). Todos os indivíduos presentes na área experimental, das espécies selecionadas, tiveram a sua circunferência a altura do peito (CAP) medidas (Figura 2A) para a seleção dos 3 indivíduos com as maiores dimensões, para cada espécie. Dos indivíduos selecionados foram retiradas amostras radiais na altura do CAP (1,30 m) de forma não destrutiva, utilizando-se a Sonda de Pressler (Figura 2B e C), para a caracterização anatômica da madeira

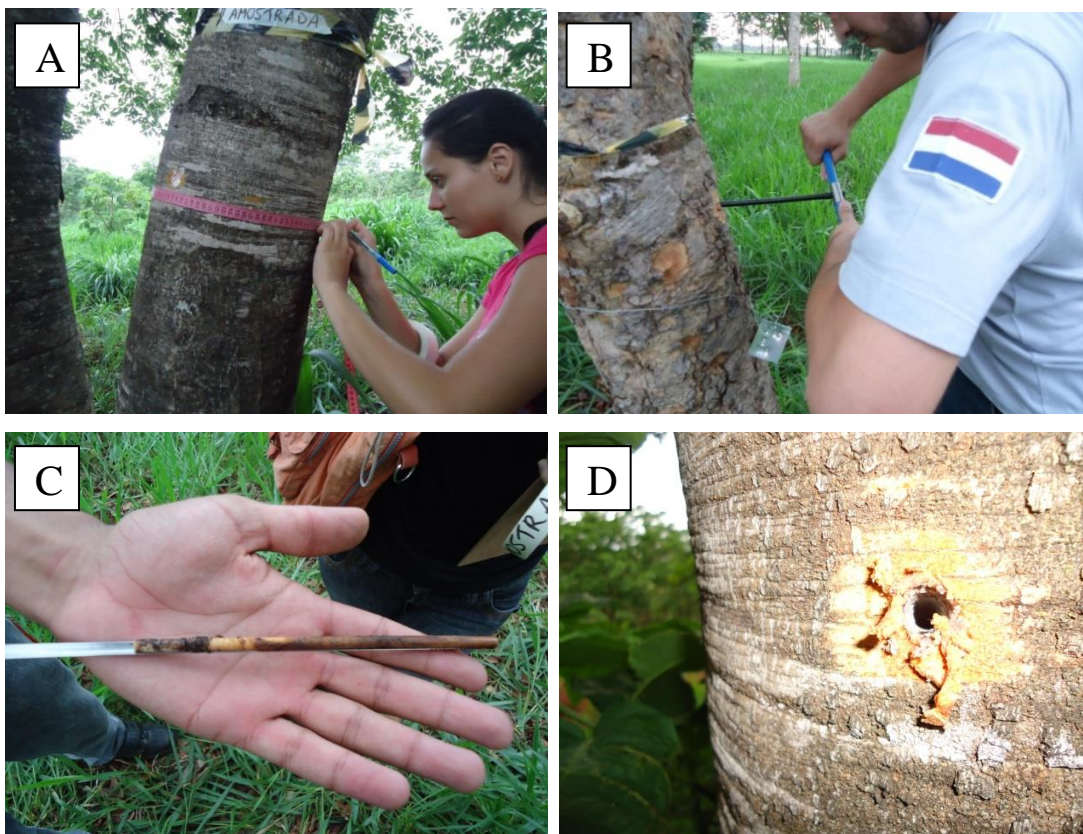


Figura 2 – Metodologia de seleção e retirada de amostras de madeira do tronco das árvores: medição do CAP (A); retirada das amostras com a sonda de Pressler (B); amostra retirada do tronco (C) e aparência do tronco após a retirada da amostra (D).

Os orifícios deixados com a retirada das amostras de madeira foram tampados com cavilhas de madeira imersas em tinta antibactericida e antifúngica, para proteção das árvores. As amostras coletadas foram acondicionadas em suportes específicos e levadas para o Laboratório de Qualidade da Madeira e Bioenergia da UFG no setor de Engenharia Florestal da UFG.

3.2.1 Características anatômicas do lenho das árvores

Nas amostras radiais extraídas de cada árvore, foram demarcados e cortados corpos-de-prova em quatro posições radiais, na direção medula-casca (0, 33, 66 e 100% do raio), para obtenção de materiais macerados pelo método de Franklin (JOHANSEN, 1940). O método funciona da seguinte forma, os cortes histológicos do lenho (15-20 μm de espessura) são clarificados (hipoclorito), lavados (água destilada, ácido acético 1%), desidratados (série alcoólica, 30-100%), lavados (xilol) e montadas (sob lamínula, bálsamo de Canadá) as lâminas histológicas.

Da suspensão de fibras obtidas pela maceração, foram preparadas lâminas histológicas temporárias, coletando-se imagens sob microscopia de luz para a mensuração do seu comprimento, espessura da parede, diâmetro do lume e largura total (Figura 3), utilizando-se programa de análise de imagem Image Pro Plus, atendendo as normas da IAWA (IAWA COMMITTEE, 1989). Foram capturadas no total, imagens de 2.160 fibras. Os valores das dimensões das fibras foram relacionados com as posições radiais e com as espécies estudadas.

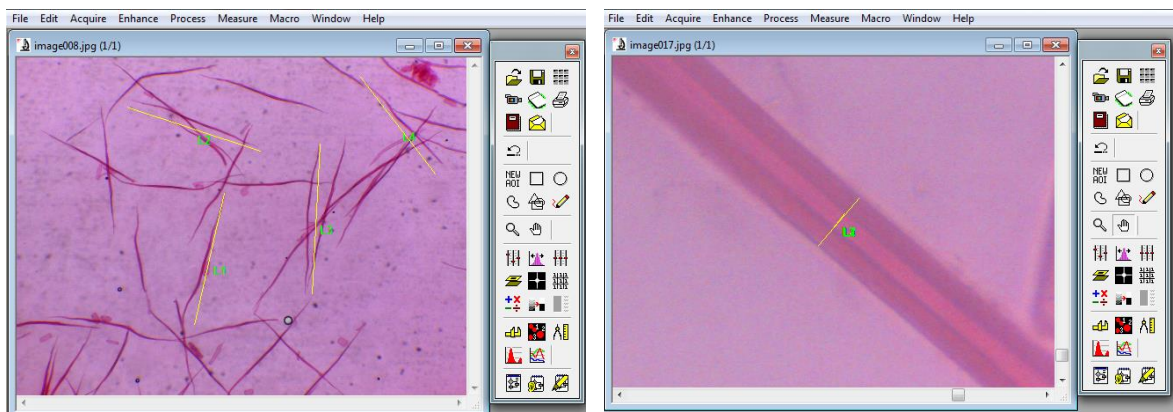


Figura 3 - Avaliação do comprimento, largura, espessura da parede e diâmetro do lume das fibras no programa de análise de imagem Image Pro Plus. Barra: 300 μm .

Para a avaliação das dimensões dos vasos, as amostras radiais extraídas de cada árvore, foram demarcados e cortados corpos-de-prova em três posições radiais, na direção medula-casca (0, 50 e 100% do raio) para obtenção de cortes histológicos em micrótomo de deslizamento, foram capturadas imagens digitais (3 imagens/posição radial) e em seguida, foram calibradas as imagens digitais de acordo com a ampliação e, mensurados o diâmetro, a área e a frequência de vasos. (Figura 3, eq. 1).

(1)

$$\text{Freq. dos vasos} = \frac{\text{N}^\circ \text{ de vasos}}{\text{Área da imagem}} \times 100$$

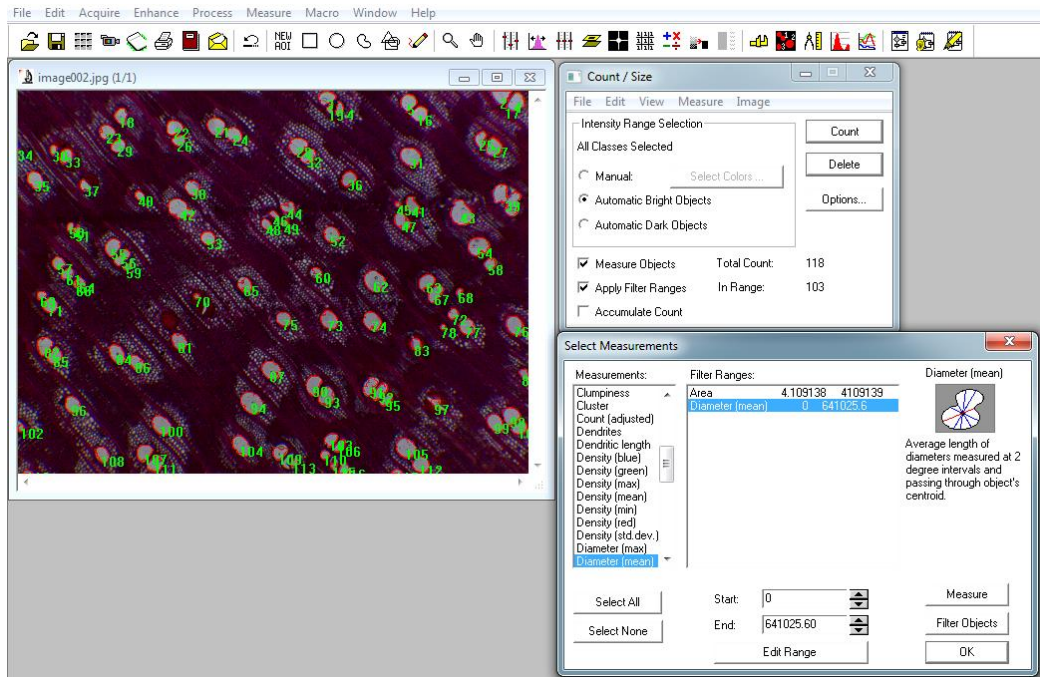


Figura 4 - Avaliação do diâmetro, área ocupada e frequência dos vasos no programa de análise de imagem Image Pro Plus. Barra: 300µm.

3.2.2 Densidade básica do lenho das árvores

Nas amostras radiais extraídas de cada árvore foram demarcados e cortados corpos-de-prova em três posições radiais, na direção medula-casca (0, 50 e 100% do raio). Os corpos-de-prova foram imersos em água, determinado o volume verde e peso seco em estufa ($103 \pm 2^\circ\text{C}$), e calculada a sua densidade básica pelo método do máximo teor de umidade, utilizando-se a

equação 2. Os valores da densidade básica do lenho foram utilizados na determinação da sua variação radial e relacionados com as características anatômicas do lenho.

$$Db = \left(\frac{1}{\frac{M_m - M_0}{M_0} + \frac{1}{1.53}} \right) \quad (2)$$

Onde:

Db = densidade básica da Madeira;

Mm = peso úmido da madeira;

Mo = peso seco da madeira

1.53 = densidade específica da substância madeira

3.3 ANÁLISES ESTATÍSTICAS

Para esta análise, foi utilizado o programa JMP, sendo aferidos os outliers, distribuição normal dos dados e heterogeneidade da variância. Nas análises das características anatômicas e da densidade básica, foram utilizados o delineamento inteiramente aleatorizado e a análise de variância (ANOVA), sendo aplicado o teste de Tukey, ajustado a 95% de probabilidade; 5% de significância para à análise da relação dos dados entre posições e entre espécies.

4 RESULTADOS E DISCUSSÕES

4.1 CARACTERÍSTICAS ANATÔMICAS: DIMENSÕES E POSIÇÃO RADIAL DAS FIBRAS

Os resultados do estudo das fibras, são apresentados na Tabela 1.

Analisando os resultados obtidos, dentre as espécies estudadas, a fibra do Louro Preto foi a que apresentou maior média em comprimento, com valor de 1535,85 μm seguido pelas

fibras de Jatobá do Cerrado, Barú e Angico (1123,49 μm , 1024,35 μm , e 932,79 μm , respectivamente).

Com relação à largura total da fibra, o Louro Preto Angico foi quem obteve maior valor, 17,37 μm seguido pelo, Barú e Jatobá do Cerrado. Quanto à espessura das paredes, o Barú com 5,02 μm foi quem obteve maior média seguido por Angico, Jatobá e Louro Preto. A largura do lume da fibra teve como maior média o Louro Preto com 8,85 μm de largura e o Angico, sendo seguido pelo Jatobá do Cerrado e Barú.

Tabela 1- Valores médios das dimensões das fibras

Espécies		Largura do	Largura da	Espessura da	Comprimento
Nome científico	Nome popular	lume fibra (μm)	fibra (μm)	parede (μm)	(μm)
<i>Anadenanthera calubrina</i>	Angico	8,04 a (6,59)	17,37 a (9,11)	4,66 a (2,38)	932,79 a (218,26)
<i>Dipteryx alata</i>	Barú	4,14 b (1,99)	14,18 b (2,26)	5,02 b (1,11)	1024,35 b (127,27)
<i>Hymenaea stigonocarpa</i>	Jatobá do Cerrado	4,58 b (2,11)	13,67 b (3,05)	4,54 a (1,05)	1123,49 c (191,91)
<i>Cordia glabrata</i>	Louro Preto	8,85 a (5,27)	17,21 a (5,82)	4,18 c (1,32)	1535,85 d (323,16)

Médias seguidas pelo desvio padrão correspondentes. Médias seguidas da mesma letra não diferem estatisticamente entre si, pelo teste de Tukey, com significância de 5% ($p < 0,05$).

A literatura apresenta poucos trabalhos relacionados às espécies estudadas, com destaque para o realizado por Teixeira (2008) que obteve valores médios próximos aos observados neste estudo para o Angico: (i) comprimento de 1,21 mm; (ii) diâmetro do lume de 9,82 μm , espessura da parede de 3,97 μm e largura de 17,77 μm . Da mesma forma, Mainiere e Chimelo (1989) encontraram média de 1,47 e 2,1 mm de comprimento; 3,1 e 2,1 μm de espessura de parede celular das fibras para o Louro Preto e o Jatobá, respectivamente.

Na Figura 5, são apresentados os valores das dimensões das fibras em função do sentido medula-casca.

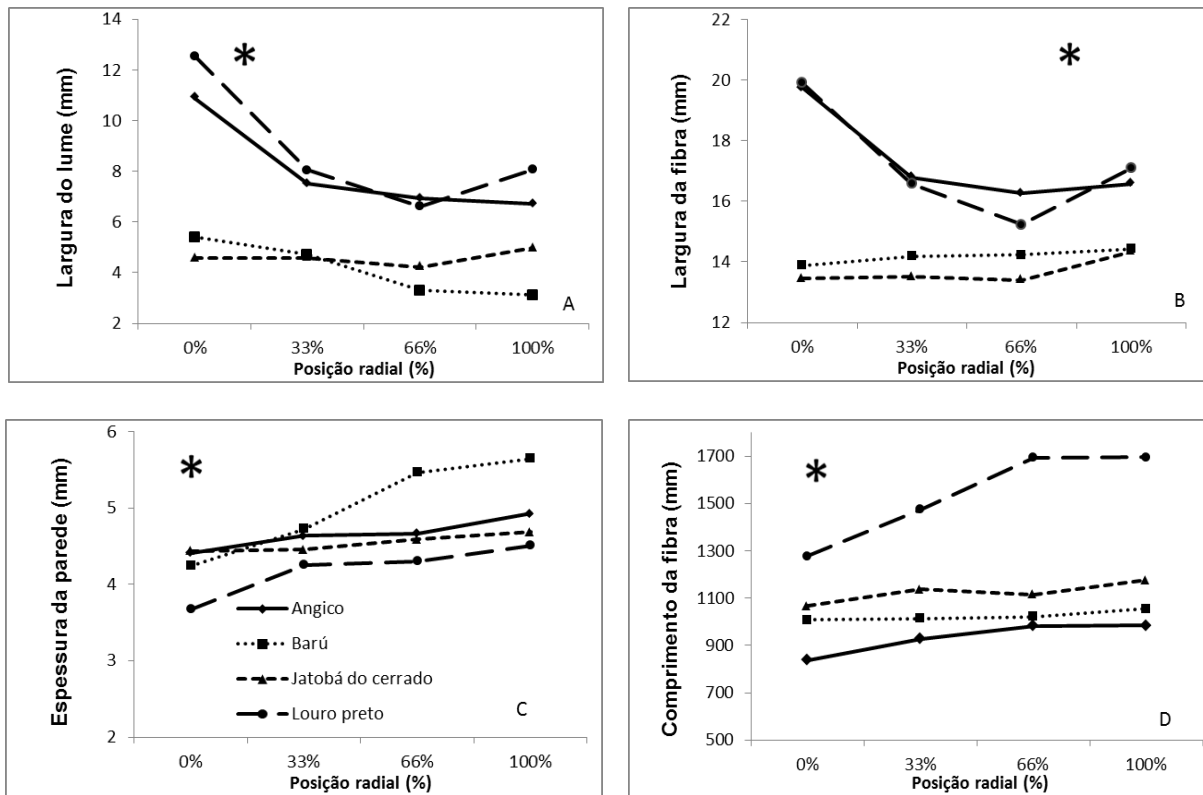


Figura 5- Variação das dimensões das fibras no sentido radial do lenho: espessura da parede (A), largura da fibra (B), largura do lume (C) e comprimento da fibra (D);
* significativo ($p < 0,05$); n/s (não significativo).

Observa-se que existe efeito de posição de amostragem do tronco no raio para todas as variáveis estudadas. Na determinação do comprimento das fibras, verificou-se um aumento significativo no sentido medula-casca, sendo que o maior valor foi encontrado mais próximo à casca (1696,06 μm do Louro Preto). Segundo Tomazello Filho (1985a), Andrade (1987) e Wilkes (1988), as células cambiais passam a produzir elementos com maiores dimensões, até atingir a sua estabilização; e segundo Panshin e De Zeeuw (1980) e Tsoumis (1991) próximo à medula, há uma predominância de tecido juvenil no qual ocorrem mudanças fundamentais na composição da parede, associadas ao período de maturação cambial, onde ocorre um rápido aumento no comprimento da célula.

Quanto a largura do lume das fibras, observa-se uma diminuição na direção radial, sendo que as duas posições mais próximas da casca apresentaram os menores diâmetros (3,13

µm para o Barú). Segundo Shimoyama (1990), o valor do diâmetro do lume está relacionado com a largura e a espessura da parede das fibras.

A espessura da parede das fibras verifica-se um aumento significativo na direção radial, sendo que a posição mais próxima da medula apresentou o menor valor (3,67 µm do Louro Preto). Este comportamento encontrado para a espessura de parede foi observado por Panshin e De Zeuw (1980) que verificaram que a espessura da parede das fibras de folhosas tende a aumentar no sentido medula-casca, situação, também, observada por Tomazello Filho (1985b).

Quanto à largura das fibras, os valores apresentaram uma tendência de diminuição. Segundo Shimoyama (1990), a largura das fibras está relacionada a fatores genéticos e ambientais, além do crescimento sazonal.

4.2 CARACTERÍSTICAS ANATÔMICAS: DIMENSÕES E POSIÇÃO RADIAL DOS VASOS

Os resultados obtidos pelo estudo dos vasos se encontram na Tabela 2. Na análise observou-se que a espécie que teve maior média de porcentagem de vasos na área foi o Angico com 18,16 % quanto ao que houve menor média de porcentagem foi o Barú com 14,93%, porém segundo o teste de Tukey, esses valores não diferem entre si. Em relação ao diâmetro dos vasos, a espécie que teve o maior valor, foi a do Jatobá do Cerrado com média de 116,31 µm seguida pelo Angico e Louro Preto que tiveram seus valores muito próximos e que estatisticamente não diferem entre si, e de menor valor entre as espécies, o Barú com média de 72,47 µm de diâmetro. A maior frequência de vasos foi do Barú com média de 34 vasos por mm²; os valores de Angico, Louro Preto e Jatobá do Cerrado tiveram valores menores e que estatisticamente não se diferenciaram entre si.

Tabela 2- Valores médios das dimensões dos vasos

Espécies		Vasos na área	Diâmetro	Frequencia
Nome científico	Nome popular	(%)	(μm)	(n ^o /mm ²)
<i>Anadenanthera calubrina</i>	Angico	18,16 a (7,23)	98,09 a (17,43)	21,97 a (6,86)
<i>Dipteryx alata</i>	Barú	14,93 a (4,63)	72,47 c (11,42)	34,00 b (8,86)
<i>Hymenaea stigonocarpa</i>	Jatobá do Cerrado	16,40 a (4,70)	116,31 b (15,16)	14,55 a (3,33)
<i>Cordia glabrata</i>	Louro Preto	16,00 a (5,06)	99,33 a (11,98)	19,27 a (4,59)

Médias seguidas da mesma letra não diferem estatisticamente entre si, pelo teste de Tukey, com significância de 5% ($p < 0,05$).

Segundo Mainiere e Chimelo (1989), o vasos de Jatobá são visíveis sob lente; médios, média de 190 μm de diâmetro tangencial; o Louro Preto, vasos pouco notados a olho nu; solitários predominantes (73%), geminados (22%) e raros múltiplos de 3 a 4 poros, médios predominantes (69%) e grandes (30%), média de 180 μm de diâmetro tangencial; pouco numerosos predominantes (79%); e poucos (18%), média de 8 poros por mm²; o Angico, vasos pouco notados a olho nu no topo; dispostos irregularmente; numerosos a muito numerosos, 12 a 30 por mm²; muito pequenos a pequenos, 40 a 110 μm de diâmetro tangencial;

Na Figura 6, são apresentados os valores das dimensões dos vasos em função da direção radial.

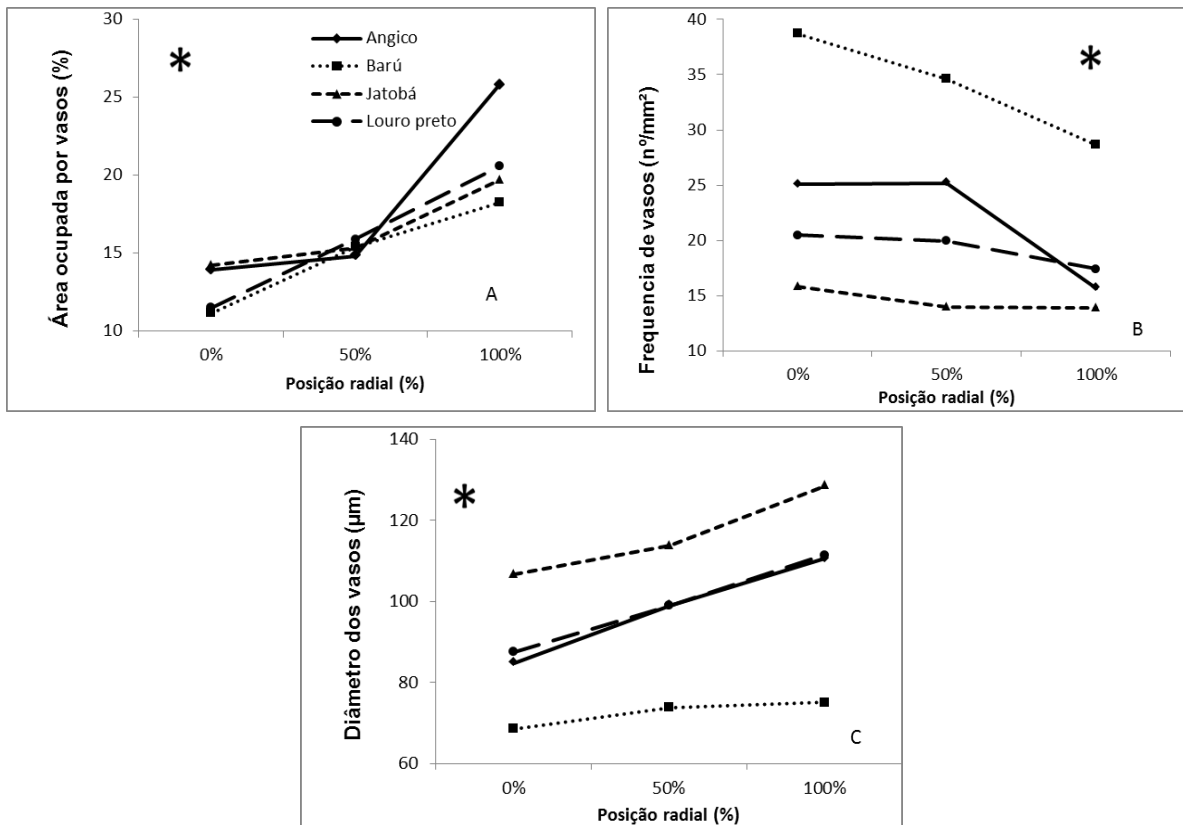


Figura 6 - Variação das dimensões dos vasos no sentido radial do lenho: área ocupada por vaso (A), frequência dos vasos (B), diâmetro dos vasos (C);
* significativo ($p < 0,05$); n/s (não significativo).

Observa-se que para todas as variáveis estudadas foram observados efeito significativo da posição radial, com modelos de variação caracterizados pelo aumento na área ocupada e diâmetro dos vasos (de 13,90% - 84,75µm para 25,78% - 110,56 µm) e diminuição da frequência (de 25,05 vasos/mm² para 15,67) dos vasos no sentido medula-casca para o Angico, pelo aumento na área ocupada e diâmetro dos vasos (de 11,15% - 68,57 µm para 18,24% - 75,06 µm) e diminuição da frequência (de 38,73 vasos/mm² para 28,66) dos vasos no sentido medula-casca para o Barú, pelo aumento na área ocupada e diâmetro dos vasos (de 14,19% - 106,62 µm para 19,67% - 128,53 µm) e diminuição da frequência (de 15,81 vasos/mm² para 13,86) dos vasos no sentido medula-casca para o Jatobá do Cerrado e pelo aumento na área ocupada e diâmetro dos vasos (de 11,51% - 87,50 µm para 20,58% - 111,49 µm) e diminuição da frequência (de 15,81 vasos/mm² para 13,86) dos vasos no sentido medula-casca para o Louro Preto.

Essas variações no diâmetro, frequência e área de vasos, foram também encontradas por outros autores (AKACHUKU, 1985, NOBUCHI *et al.*, 1997, FRIMPONG-MENSAH, 1992 e OHBAYASHI e SHIOKURA, 1989) e é comumente observada para as folhosas.

Os vasos, como elementos do sistema vascular, apresentam-se em padrões de variação caracterizados pela diminuição do diâmetro e da frequência com a altura do tronco das árvores, aumento do diâmetro e diminuição da frequência com a idade da árvore ou direção radial (ZIMMERMANN, 1974). O aumento do diâmetro do vaso com o envelhecimento da árvore é considerado uma adaptação anatômica do xilema para incrementar o volume de seiva mineral, aumentando a sua capacidade fotossintética (CARLQUIST, 1989).

Os vasos são considerados como um dos elementos anatômicos do xilema das árvores com a maior capacidade de adaptação às condições ecológicas do sítio, representadas pela disponibilidade de água no solo e pela temperatura em zonas temperadas (BAAS, 1982; ZIMMERMANN, 1982; CARLQUIST, 1989).

4.3 DENSIDADE BÁSICA: MÉDIA E POSIÇÃO RADIAL

Os resultados obtidos para densidade se encontram na Tabela 3. A espécie de maior densidade básica foi o Barú com 0,59 g/cm³ e a menor encontrada foi a de Louro Preto com 0,38 g/cm³. Os valores das médias de densidade da madeira no Angico e do Jatobá do Cerrado foram estatisticamente iguais, com valores médios de 0,49 g/cm³ e 0,54 g/cm³, respectivamente.

Tabela 3- Média das densidades básicas

Espécies		Densidade básica	Desvio padrão
Nome científico	Nome popular	(g/cm ³)	
<i>Anadenanthera calubrina</i>	Angico	0,49 b	0,052140039
<i>Dipteryx alata</i>	Barú	0,59 a	0,043217399
<i>Hymenaea stigonocarpa</i>	Jatobá do cerrado	0,54 b	0,055592564
<i>Cordia glabrata</i>	Louro preto	0,38 c	0,040707250

Médias seguidas da mesma letra não diferem estatisticamente entre si, pelo teste de Tukey, com significância de 5% (p<0,05).

As densidades encontradas no estudo foram inferiores aos encontradas na literatura, porém, mantiveram a ordem de valores de densidade onde o Barú foi o de maior densidade e o Louro Preto o de menor valor. Teixeira (2008) encontrou densidade para o Angico de $0,56\text{g/cm}^3$, Vale (2001), encontrou para o Jatobá do Cerrado $0,775\text{g/cm}^3$, Lorenzi, (1992), encontrou valor de $1,1\text{ g/cm}^3$ de densidade do Barú e Cunha (1989), encontrou o valor de $0,48\text{ g/cm}^3$ do Louro Preto. Esta diferença está associada aos teores de madeira juvenil e adulta e a idade das árvores, sendo que a madeira juvenil formada no lenho de árvores jovens apresenta, geralmente, menor densidade que a das árvores adultas.

Na Figura 7, são apresentados os valores das densidades em função da direção radial.

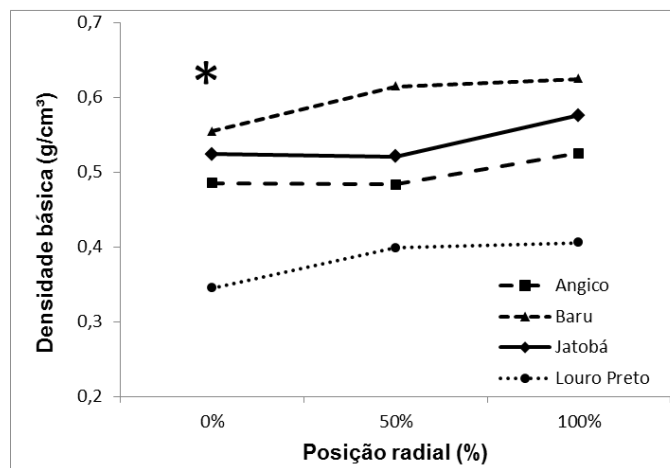


Figura 7 - Variação da densidade no sentido radial do lenho.

* significativo ($p < 0,05$); n/s (não significativo).

Verificou-se um aumento significativo no sentido medula-casca. Segundo Teixeira (2008), tal situação pode ser explicada pela grande quantidade de madeira juvenil dotadas de paredes de fibras menos espessas concentradas na região mais próxima da medula. Segundo Kollmann e Côté (1968), as variações da densidade se devem às diferenças na estrutura anatômica da madeira e na quantidade de substâncias extrativas por unidade de volume.

5 CONCLUSÃO

(i) A densidade básica e as características anatômicas apresentam modelo de variação radial caracterizado pelo aumento ou diminuição das suas dimensões no sentido medula-casca. Ou seja, existe efeito de posição radial em todos os dados para as madeiras de *Cordia glabrata* (Louro-preto), *Anadenanthera calubrina* (Angico), *Dipteryx alata* (Baru), *Hymenea stigonocarpa* (Jatobá do Cerrado).

(ii) As espécies estudadas, apresentam potencial para serem utilizadas como matéria-prima na indústria, em função das características anatômicas e densidade básica observadas, com boa adequação às demandas tecnológicas da indústria. As madeiras de *Anadenanthera calubrina* (Angico), *Dipteryx alata* (Baru) e *Hymenea stigonocarpa* (Jatobá do Cerrado) por apresentarem densidades mais elevadas, tem potencial para usos sólidos e construção civil entre outros. O *Cordia glabrata* (Louro-preto), apresenta densidade mais baixa e pode ser indicadas para um estudo futuro em que possa ser analisada a possibilidade de ser utilizada assim como o Eucalipto e o Pinus que têm densidades mais baixas, como matéria prima para painéis.

6 RECOMENDAÇÕES

Com base nos resultados e conclusões deste trabalho, recomendam-se:

Estudar outras propriedades da madeira que não foram contempladas neste trabalho, como: usinagem, acabamento, resistência natural ao ataque de cupim demais propriedades físicas e químicas das madeiras etc. Além disso, a avaliação das espécies em idades mais avançadas se faz necessário para poder prever a sua utilização mais adequada para usos sólidos, como na construção civil.

REFERÊNCIAS

AB'SABER, A. N. No domínio dos Cerrados. In: MONTEIRO, S.; KAZ, L. Cerrado: vastos espaços. Rio de Janeiro: Alumbamento, 1992. p.29-38.

ADÂMOLI, J.; MACEDO, J.; AZEVEDO, L. G.; NETO, J. M. Caracterização da região dos Cerrados. In: GOEDERT, W. J. (Ed.). Solos dos Cerrados: tecnologia e estratégias de manejo. [Planaltina: EMBRAPA-CPAC], São Paulo: Nobel, 1987. p.33-98.1987.

AKACHUKU, A.E. The effects of some extrinsic and intrinsic factors on the proportion of vessels in *Gmelina arborea* Roxb. *Wood Science and Technology*, New York, v.19, n.1, p.5-12, 1985.

ANDRADE, M.C.D. Variação das características das fibras em função da densidade básica de cavacos de madeira de *Eucalyptus grandis* Hill ex.Maiden. Botucatu (SP), 1987, 43f. Dissertação (Mestrado – Universidade Estadual Paulista Júlio de Mesquita).

BAAS, P. Systematic, phylogenetic and ecological wood anatomy. In: BAAS, P. New perspectives in wood anatomy: systematic, phylogenetic and ecological wood anatomy. Boston: Martinus Nijhoff/Dr. W.; London: Publishers Junk, 1982. p.23-58.

BOWYER, J. L.; SHMULSKY, R.; HAYGREEN, J. G. Forest products and wood science. An Introduction. New York: Blackwell Publishing, 2003. 554 p.

BURGER, L. M.; RICHTER, H. G. Anatomia da madeira. São Paulo: Nobel, 1991.

CARLQUIST, S. Comparative wood anatomy: systematic ecological, and evolutionary aspects of dicotyledon wood. Berlin: Springer-Verlag, 1989. 436p.

CHIMELLO, J. Anotações sobre anatomia e identificações de madeiras. São Paulo: IPT, 1980. Apostila.

COLE, M. M. Cerrado, Caatinga and Pantanal: The distribution and origin of the savanna vegetation of Brazil. *Geography Journal*, v.106, n.2, p. 68-179, 1960.

COUTINHO, L. M. Cerrado por Leopoldo Coutinho. Disponível em <<http://eco.ib.usp.br/Cerrado>> Acesso em maio 2004.

COUTINHO, L. M. O Cerrado e a ecologia do fogo. *Ciência Hoje*, p.130-138, maio 2002. (Volume especial Eco-Brasil).

COUTINHO, L.M. 1990. Fire in the ecology of brasilian Cerrado. In: GOLDAMMER, J.G. (ed.). *Fire in the tropical biota: ecological processes and global challenges*. Springer-Verlag, New York p. 82-105.

CUNHA, M.P.S.C.; PONTES, C.L.F.; CRUZ, I. A.; CABRAL, M. T. F. D.; CUNHA NETO, Z.B.; BARBOSA, A.P.R. Estudo químico de 55 espécies lenhosas para geração de energia em caldeiras. In: 3º encontro Brasileiro em madeiras e em estruturas de madeira: Anais, v.2, p. 93-121, São Carlos, 1989.

DEMUNER, B. J.; VIANNA DORIA, E. L.; CLAUDIO-DA-SILVA JÚNIOR, E.; MANFREDI, V. As propriedades do papel e as características das fibras de Eucalipto. In: CONGRESSO ANUAL DE CELULOSE E PAPEL DA ABTCP. São Paulo, 1991. Anais São Paulo: ABTCP, 1991. p. 621-641.

EITEN, G. The Cerrado vegetation of Brasil. *The Botanical Review*, v.38, p.201-341, 1972.

EITEN, G. Vegetação do Cerrado. In: PINTO, M. N. (Org.). *Cerrado: caracterização ocupação e perspectivas*. 2. ed. Brasília, DF: Editora da UnB, 1994. p. 17-73

EITEN, G. Vegetação dos Cerrados. In: *Cerrado: caracterização, ocupação e perspectivas*. 2.ed. Brasília: UNB, SEMATEC, 1994. p.9-65.

EMBRAPA. Centro Nacional de Pesquisa de Solos (Rio de Janeiro, RJ). Sistema brasileiro de classificação de solos. Brasília: Embrapa Produção de Informação; Rio de Janeiro: Embrapa Solos, 1999. v. xxvi, 412p., il.

FRIMPONG-MENSAH, K. Wood quality variation in the tree of some endemic tropical species. In: ALL DIVISION 5 CONFERENCE ``FOREST PRODUCTS``, 1992, Nancy. Working sessions. Lorraine: International Union of Forestry Research Organizations, 1992. v.1, p.25-26.

GOULART, G.L; MORI, F.K; RIBEIRO, A.L; COUTO, A,M; ARANTES, M,D,C; MENDES, L,M. Análises químicas e densidade básica da madeira de raiz, fuste e galho de barbatimão [(*Stryphnodendron adstringens*) Coville] de bioma cerrado. CERNE vol.18 no.1 Lavras Jan./Mar. 2012

IAWA COMMITTEE. IAWA list of microscopic features for hardwood identification. In: WHEELER, E.A.; BAAS, P.; GASSON, P.E. (Ed.). IAWA Bull. Leiden, v.10, n.3, p.219-332, 1989.

INSTITUTO BRASILEIRO DE GEOGRAFIA E ESTATÍSTICA (IBGE). Manual técnico da vegetação brasileira. Rio de Janeiro: IBGE, 2000.

JOHANSEN, D.A. Plant microtechnique. New York: MacGraw-Hill, 1940. 533p.

JORGE, F.; PEREIRA, H. Influência da silvicultura na qualidade da madeira. Revista Florestal, Lisboa, v.11, n.2, p.27-31, jul./dez.1998.

KLINK, C. A. et al.. Spatial heterogeneity, land use and conservation in the Cerrado region of Brazil. UK, Journal of Biogeography, v.33, p.536-548, 2006.

KLINK, C. Relação entre desenvolvimento agrícola e a biodiversidade. In: simpósio sobre o Cerrado, 8., 1996, Brasília. Anais... Planaltina: EMBRAPA-CPAC, 1996. p.25-27.

KOLLMANN, F. F. P.; COTÊ, W. A. Principles of wood science and technology. Berlin: Springer-Verlag, v. 1, 1968. 592p.

LIMA, J. T. et al. Variation in wood density and mechanical properties in Eucalyptus clones. In: THE FUTURE OF EUCALYPTS FOR WOOD PRODUCTS. 2000, Launceston. Proceedings... Launceston: IUFRO., 2000, p. 282-291.

LORENZI, H. Árvores brasileiras: manual de identificação e cultivo de plantas arbóreas nativas do Brasil. Nova Odessa: Plantarum, 1992. 352 p.

MAINIERI, C.; CHIMELO, J.P. Ficha de características das madeiras brasileiras. IPT-Instituto de Pesquisas Tecnológicas Divisao de Madeiras. São Paulo – 1989.

MALLAN, F.A. Eucalyptus improvement for lumber production. In: Seminario Internacional de utilização da madeira de eucalipto.1995.

MITTERMEYER, R. A.; MYERS, N.; MITTERMEYER, C. G. Hotspots Earth's biologically richest and most endangered terrestrial ecoregions. Nova Iorque: CEMEX, Conservation International, 1999. 430p.

MONTEFUSCO, A. R. G. Anatomia ecológica do lenho de *Stryphnodendron adstringens* (Mart.) Coville (Leguminosae), barbatimão, no parque estadual do cerrado – Jaguariaíva-PR. 2005. 105 f. Dissertação (Mestrado em Ciências Florestais) - Universidade Federal do Paraná, Curitiba. 2005..

NOBUCHI, T.; KAMI, C.; FUJITA, M. Radial variation of vessel and fiber dimensions in some plantation grown tropical trees as it relates to wood qualities. In: INTERNATIONAL TROPICAL WOOD “NEW TROPICAL TIMBER CROPS: CHALLENGES IN PROCESSING AND UTILIZATION”, 1997, Kuala Lumpur. Proceedings... Kuala Lumpur: Universiti Putra Malaysia, Faculty of Forestry, 1997. p.81-101.

OHYAYASHI, H.; SHIOKURA, T. Anatomical structure of fast-growing tropical tree species with differing growth rates. IAWA Bulletin, Leiden, v.10, n.3, p.342-343, 1989.

OLIVEIRA, E. Características anatômicas, químicas e térmicas da madeira de três espécies de maior ocorrência no semiárido nordestino. 2003. 122 p. Tese (Doutorado em Ciências Florestais)-Universidade Federal de Viçosa, Viçosa, 2003.

OLIVEIRA, J. T. et al. Tecnologias aplicadas ao setor madeireiro II. Jerônimo Monteiro : Ed. Aquarius,2007. 302 p.

OLIVEIRA-FILHO, A. T.; RATTER, J. A. Vegetation physiognomies and wood flora of the bioma Cerrado. In: OLIVEIRA, P. S.; MARQUIS, R. J. (Eds.). The Cerrados of Brazil: ecology and natural history of a neotropical Savanna. New York: Columbia University Press, 2002. p. 91-120.

PANSHIN, A. J.; DE ZEEUW, C. Textbook of wood technology. 4a ed. New York: McGraw Hill, 1980, 722p.

PAULA, J. E. Caracterização anatômica da madeira de espécies nativas do cerrado, visando sua utilização na produção de energia. CERNE, vol. 11, núm. 1, janeiro-março, 2005, pp. 90-100, Universidade Federal de Lavras – Brasil.

RATTER, J. A. Transitions between cerrado and forest vegetation in Brasil. In: Furley, P.A.; PROCTOR, J.; RATTER, J. A. (Eds.) Nature and dynamics of forest-savanna boundaries. Londres: Chapman & Hall, 1992. p. 51-76.

RESENDE, A.V.; FURTINI NETO, A. E. Aspectos relacionados ao manejo da adubação fosfata em solos de cerrado. Boletim eletrônico da EMBRAPA. Doc 195, 2007. 30p.

RIBEIRO, J. F; WALTER, B. M. T. Fitofisionomias do bioma do Cerrado: os biomas do Brasil. In:SANO &ALMEIDA. Cerrado: ambiente e flora. Planaltina, DF: EMBRAPA, 1998. p.89-116.

SANO, S. M.; ALMEIDA, S. P. de. Cerrado: ambiente e flora. Planaltina: EMBRAPA-CPAC, 1998.

SHIMOYAMA, V. R. S. ; BARRICHELO, L. E. G. Influência de características anatômicas e químicas sobre a densidade básica de madeira de *Eucalyptus*. In: CONGRESSO ANUAL DA ABTCP, 24. Anais ... São Paulo: ABTCP, 1991. P. 23 – 36.

SHIMOYAMA, V. R. S. Variações da densidade básica e características anatômicas e químicas da madeira em *Eucalyptus* sp. Piracicaba, 1990. 93f. Dissertação (Mestrado em Engenharia Florestal – Escola Superior de Agricultura “Luiz de Queiroz”, Universidade de São Paulo). 1990.

SILVA JR, F.G.; VALLE, C.F. e MUNER, J. C. G., Programa de qualidade da madeira da Votorantim Celulose e Papel – VCP. *O Papel*, v.57, n.1, p.35-43, 1996.

SILVA, G. J.; CAMPELO JÚNIOR, J. H.; BRAWERS, L. R.; DURAN, J. A. R. Avaliação de plantas adultas de espécies arbóreas do cerrado em função do clima. *Agricultura Tropical*, Cuiabá, v. 8, p. 43-46, 2004.

SJÖSTRÖM, E. *Wood chemistry: fundamentals and applications*. 2nd ed. New York: Academic Press. 1993. 293 p.

TEIXEIRA; B. M. dos R. Variabilidade radial e longitudinal de propriedades da madeira de angico-vermelho (*Anadenanthera peregrina* (L.) Speg.). Viçosa 2008.

TOMAZELLO FILHO, M. Variação radial da densidade básica e da estrutura anatômica da madeira do *Eucalyptus saligna* e *Eucalyptus grandis*. IPEF, Piracicaba, SP, v.29, p.37-45, 1985.

TOMAZELLO FILHO, M. Variação radial da densidade básica e da estrutura anatômica da madeira do *Eucalyptus gummifera*, *E. microcorys* e *E. pilularis*. IPEF, Piracicaba, SP, v.30, p.45-54, 1985b.

TSOUMIS, G. Science and technology of wood: Structure, properties and utilization. New York: Van Nostrand Reinold, 1991, 494p.

VALE, A. T. do; COSTA, A. F. da; GONÇALEZ, J. C.; NOGUEIRA, M. Relações entre a densidade básica da madeira, o rendimento e a qualidade do carvão vegetal de espécies do Cerrado. Revista Árvore, Viçosa, v. 25, n. 1, p. 89-95, 2001.

VALENTE, C. A.; DE SOUSA, A. P. M.; FURTADO F. P. ; DE CARVALHO, A. P. Improvement program for Eucalyptus globulus at Portucel: Technological component. Appita Journal, v.45, n.6, p.403- 407, 1992.

VALERIO, A. F. et al. Determinação da densidade básica da madeira de peroba (*Aspidosperma polineuron* Muell. Arg.) ao longo do fuste. Revista Caatinga, Mossoró, v. 21, n. 3, p. 54-58, jul./set. 2008

VITAL, B. R. Métodos de determinação da densidade da madeira. Viçosa: SIF, 1984. 21 p. (Boletim técnico, 1).

WARMING, E.; FERRI, M. G. Lagoa Santa e a Vegetação de Cerrados Brasileiros. Belo Horizonte: Itatiaia, 1973.

WILKES, J. Variations in wood anatomy within of Eucalyptus. Australia. IAWA Bulletin, v. 9, n. 1, p. 13-23. 1988.

ZIMMERMANN, M. Transport in the xylem. In: ZIMMERMANN, M.; BROWN, C.L. Trees structure and function. New York: Springer-Verlag, 1982. 365p.

ZIMMERMANN, M. Xylem structure and the ascent of sap. New York: Springer-Verlag, 1974. 153p.

ZOBEL, B.J.; BUIJTENEN, J.P. Wood variation: its causes and control. Berlin: Springer-Verlag, 1989. 361 p.