

BIOMASSA E CARACTERÍSTICAS DA MADEIRA DE *Sclerolobium paniculatum* CULTIVADO EM DIFERENTES NÍVEIS DE ADUBAÇÃO

Iuri da Rocha Marmo de Oliveira¹, Ailton Teixeira do Vale², José Teodoro de Melo³,
Alexandre Florian da Costa², Joaquim Carlos Gonzalez²

(recebido: 16 de outubro de 2007; aceito: 26 de setembro de 2008)

RESUMO: Estudou-se, no presente trabalho, a produção de biomassa e as características anatômicas, físicas e energéticas da madeira de *Sclerolobium paniculatum* Vogel var. *subvelutinum* em plantios de 18 anos de idade, em diferentes níveis de fertilização do solo. Não foi encontrada influência significativa, ao nível de 5% de significância, da fertilização na produção de biomassa e nas características anatômicas, físicas e energéticas. Os resultados mostram uma produção média de 92,55 toneladas/ha de biomassa a 0% de umidade. Os resultados revelam que o carvoeiro cultivado, aos 18 anos de idade, possui fibras com 14,03 mm de diâmetro, 3,41 mm de espessura de parede e 708 mm de comprimento; densidade básica de 0,52 g/cm³; 83,84% de material volátil; 15,65% de carbono fixo e poder calorífico de 4.671 kcal/kg.

Palavras-chave: Caracterização, adubação, carvoeiro.

BIOMASS AND WOOD CHARACTERISTICS OF THE *Sclerolobium paniculatum* IN DIFFERENT LEVELS OF FERTILIZATION

ABSTRACT: The present work studied the production of biomass and the anatomical, physical and energy characteristics of *Sclerolobium paniculatum* Vogel var. *subvelutinum* wood of a plantation of 18 years old, under different levels of soil fertilization. The influences of fertilization in the production of biomass and the anatomical, physical and energy characteristics showed no significant results. The results showed an average production of biomass per hectare of 92.55t. The results disclose that the cultivated carvoeiro, with 18 years old, have fibers with 14.03mm of diameter; 3.41mm of thickness and 708mm length; basic specific gravity of 0.52g/cm³; 83.84% of volatile material; 15.65% of fixed carbon; calorific power of 4,671kcal/kg.

Key words: Characterization; fertilizing; carvoeiro.

1 INTRODUÇÃO

Sob as mais diversas formas e, em particular, na forma de biomassa para a geração de energia, a madeira sempre teve papel de destaque na história da civilização mundial, principalmente para o atendimento das necessidades básicas, como a cocção de alimentos. No Brasil, o fornecimento de madeira para energia no setor residencial é proveniente basicamente de florestas nativas. Vale (2000) comenta que o cerrado brasileiro, é provavelmente, o maior fornecedor de lenha para uso residencial, por ser o segundo maior bioma em extensão e estar localizado numa área geográfica densamente povoada.

A produção de lenha pode ocorrer de duas formas: manejo florestal das espécies nativas ou de essências florestais plantadas. O plantio de florestas faz -se com o auxílio de adubação, que pode influenciar o desenvolvimento e a qualidade da madeira e, segundo Vital

(1990), é o método mais popular que se dispõe para melhorar a qualidade de sítio e aumentar o incremento anual. As alterações nas condições de crescimento, devido à aplicação de fertilizantes ou outro tratamento silvicultural, são freqüentemente associadas com alterações na qualidade da madeira (ZOBEL, 1992).

O carvoeiro (*Sclerolobium paniculatum*), por tratar-se de uma espécie amplamente usada como lenha e para obras civis leves na zona rural, vem sofrendo forte pressão antrópica em todas as fitofisionomias em que ocorre, seja mata de galeria, cerradão ou cerrado e sua utilização ao longo das décadas na região por si só justificaria um estudo mais apropriado de suas potencialidades como espécie de múltiplo uso. Porém, não existem estudos que indiquem como cultivá-la a fim de incrementar a produção de sua madeira de forma racional.

Neste sentido, o conhecimento das características da madeira e da relação entre a adubação, a produção e a

¹Engenheiro Florestal, Mestre – TERRACAP-SAM – Bloco F – Ed. Sede – 70620-000 – Brasília, DF – iurimarmo@gmail.com

²Engenheiro Florestal, Professor Dr., Departamento de Engenharia Florestal – Universidade Federal de Brasília/UnB – Campus Universitário Darcy Ribeiro – Asa Norte – 70910-900 – Brasília, DF – ailton.vale@gmail.com; lucate@unb.br; goncalez@unb.br

³Engenheiro Florestal, Pesquisador Dr., Empresa Brasileira de Pesquisa Agropecuária/EMBRAPA – Centro de Pesquisa Agropecuária dos Cerrados – Km 18, BR 020 – Rodovia Brasília/Fortaleza – Bairro Planaltina – 73310-970 – Brasília, DF – teodoro@cpac.embrapa.br

qualidade da madeira é um pressuposto básico quando se deseja uma produção sustentada, principalmente naquelas espécies muito procuradas pelas suas qualidades energéticas e estruturais, entre outras.

Objetivou-se, no presente trabalho, estudar a biomassa e as características anatômicas e físicas da madeira de *Sclerolobium paniculatum* Vogel var. *subvelutinum* em plantios de 18 anos de idade, em diferentes níveis de fertilização do solo.

2 MATERIAL E MÉTODOS

2.1 Localização e caracterização do experimento

Os dados foram obtidos de um experimento de fertilização com NPK e calcário para o desenvolvimento da espécie *Sclerolobium paniculatum* Vogel. var. *subvelutinum*, conhecida como carvoeiro, instalado em 05/12/1985 em área da Embrapa Cerrados, Planaltina DF (15° 35' 30" de latitude sul; 47° 42' 30" de longitude oeste, altitude entre 1000 e 1025 metros), num Latossolo Vermelho-Amarelo distrófico. O clima local é tropical com distribuição irregular das chuvas. Os maiores índices pluviométricos são verificados entre os meses de novembro a fevereiro e os menores entre junho a agosto, com precipitação média anual de 1151 mm.

O delineamento estatístico utilizado no plantio foi o de blocos ao acaso, com quatro repetições, cinco tratamentos e parcelas com 25 plantas, com espaçamento de 3x2 m. A Tabela 1 apresenta a distribuição da fertilização nos tratamentos.

2.2 Coleta de dados

Foram realizadas medições da altura e da circunferência a 1,30 m do solo (C_{130}) de todos os indivíduos

do plantio a fim de estimar o volume verde do fuste pela Equação 1, segundo Pereira et al. (1988).

$$\ln(v) = -11,22998 + 0,92535 * \ln(C_{130}^2 * H_T) \quad (1)$$

Em que:

$v(m^3)$ = Volume estimado;

C_{130} (cm) = Circunferência a 1,30 m do solo;

H_T (m) = Altura.

Em seguida foram selecionados os três indivíduos de maior diâmetro de cada um dos 5 tratamentos, num total de 15 árvores que foram cortadas e os galhos e fustes pesados. A partir de amostras de madeira obtidas para cada tratamento, determinou-se a umidade em base seca. De posse das massas úmidas de fuste e galho e da umidade, determinou-se a relação de biomassa em base seca, entre madeira de fuste e madeira de galho.

2.3 Ensaios realizados

A caracterização anatômica foi feita com base na metodologia de Coradin & Munis (1992), a partir de 15 discos com casca, retirados na posição do diâmetro a 1,30 m do solo (D_{130})

A determinação da densidade básica (Db) foi baseada na norma NBR 7190 (ABNT, 1997).

Para a determinação dos teores de material volátil e carbono fixo utilizou-se a NBR 8112/83 (ABNT, 1983).

O poder calorífico superior (PCS) foi determinado segundo a norma NBR 8633.(ABNT, 1984), utilizando-se um calorímetro PARR 1201.

Para verificar-se a influência da fertilização na produção de biomassa e na qualidade da madeira foram realizadas análises de variância e teste de médias pelo teste de Tukey.

Tabela 1 – Quantidade de NPK, micronutrientes e calcário, aplicados no plantio de *Sclerolobium paniculatum*, cultivado em diferentes níveis de adubação.

Table 1 – Amount of NPK, micronutrients and liming applied at the time of cultivation of *Sclerolobium paniculatum* under different levels of fertilization.

Tratamentos	Fertilização				
	N (kg/ha)	P* (kg/ha)	K** (kg/ha)	Micro-nutrientes*** (kg/ha)	Calcário (kg/ha)
T1	-	-	-	-	-
T2	40	60	60	20	-
T3	40	120	60	20	-
T4	40	240	60	20	-
T5	40	120	60	20	1000

Obs.: * Formulação, P_2O_5 ; ** Formulação, K_2O ; *** Formulação, FTE BR-12.

3 RESULTADOS E DISCUSSÃO

3.1 Relação entre madeira de fuste e a madeira de galho

As relações entre massa de madeira de tronco e de galho do *Sclerolobium paniculatum* (carvoeiro) na condição de 0% de umidade foram: 1,47/1; 1,67/1; 1,65/1; 1,78/1 e 1,79/1 respectivamente para os tratamentos 1, 2, 3, 4 e 5.

Em termos absolutos a relação biomassa de fuste / biomassa de galho aumenta da testemunha para os tratamentos com adubação.

Para o *Sclerolobium paniculatum*, ao ser considerado o volume apenas do tronco, a estimativa da biomassa seca total de madeira da árvore, a partir da densidade básica, estaria sendo subestimada, uma vez que 37,67% da biomassa seca das árvores correspondem aos galhos.

3.2 Produção de biomassa

A Tabela 2 apresenta a produção média de biomassa seca por hectare e por tratamento, com seus respectivos coeficientes de variação.

Os diferentes níveis de adubação não influenciaram a produção de biomassa por área, a 5% de significância, apresentando uma grande variação entre o valor mínimo individual e o máximo com valores de coeficientes de variação variando de 77% a 122%. Esse comportamento na produção de biomassa a 0% de umidade foi encontrado por Vale (2000) ao determinar a biomassa lenhosa aérea seca total de *Sclerolobium paniculatum* nativo de um cerrado *sensu strictu*, com idades diferentes, cujos valores individuais variaram de 3,26kg/árvore a 213,38kg/árvore, com um coeficiente de variação de 71,58%.

Vale (2000), Vale & Felfili (2005) encontraram uma produção de biomassa para o carvoeiro nativo, de 2,886

toneladas/ha, com 46 árvores/ha, portanto produção baixa de biomassa e distribuição esparsa. Segundo um inventário florestal realizado pelo GDF (1972), citado por Pereira (1990) foram encontrados 7,5 indivíduos de *S. paniculatum*/ha no cerrado. Essa distribuição deve-se entre outras causas, à competição com outras espécies, que segundo Eiten (1993), chega a mais de 1000 espécies/ha para a flora arbóreo-arbustiva de caule grosso. O mesmo autor afirma que as fisionomias do cerrado são influenciadas pela fertilidade do solo correlacionada com o teor de alumínio disponível, a profundidade e o grau de duração de saturação da camada superficial ou subsuperficial do solo. Em plantios homogêneos essas variáveis podem ser corrigidas, tornando a espécie mais produtiva.

3.3 Qualidade da madeira

A Tabela 3 apresenta os resultados das análises anatômicas (espessura de parede celular), o comprimento de fibras e diâmetro do lúmen, da espécie *Sclerolobium paniculatum*.

Em relação aos efeitos da adubação nas características anatômicas da espécie *Sclerolobium paniculatum*, não foram encontradas diferenças estatísticas significativas a 5% de significância, ou seja, não houve influência da adubação nas características anatômicas dessa espécie, nas condições em que foi cultivada, conforme Tabela 4.

Ao contrário dos resultados encontrados neste trabalho, Higgs & Rudman (1973), citados por Vital (1990), encontraram, para madeira de *Eucalyptus regnans*, após um teste de adubação, uma redução significativa no comprimento das fibras de 1010 µm para 950 µm.

Em média, as fibras de *Sclerolobium paniculatum*, cultivado em cerrado, possuem 708µm de comprimento,

Tabela 2 – Produção por hectare de biomassa seca de madeira de *Sclerolobium paniculatum* cultivado em diferentes níveis de adubação na EMBRAPA Cerrados, em Planaltina – DF.

Table 2 – Dry biomass produced per hectare of carvoeiro (*Sclerolobium paniculatum*) wood cultivated under different levels of fertilization in EMBRAPA Cerrados, - Planaltina – DF.

Tratamento	Biomassa seca total (tonelada/ha)	Coefficiente de variação (%)
1	86	98
2	117	122
3	90	84
4	128	83
5	128	77

Tabela 3 – Valores médios de diâmetro e comprimento de fibras e de espessura da parede celular das fibras para o *Sclerolobium paniculatum*, cultivado em diferentes níveis de adubação na EMBRAPA Cerrados, em Planaltina, DF.

Table 3 – Average values of diameter, length and thickness of the cell wall fibers of carvoeiro (*Sclerolobium paniculatum*) cultivated under different levels of fertilization in EMBRAPA Cerrados - Planaltina, DF.

Tratamentos	Fibras		Lume		Parede celular	
	C (µm)	CV(%)	D (µm)	CV(%)	E (µm)	CV(%)
T1	778	21	17,51	21	2,89	28
T2	682	12	12,43	18	2,74	19
T3	516	13	9,32	15	4,31	16
T4	912	15	16,94	15	4,36	19
T5	656	14	14,02	16	2,76	20
Média	708		11,58		3,41	

Obs.: C – comprimento; D – diâmetro; E - espessura.

Tabela 4 – Resumo da análise de variância com valores de “F” para comprimento de fibras (CF), diâmetro de fibras (DF) e espessura de parede celular da fibra (EPCF) de madeira de *Sclerolobium paniculatum*, cultivado em diferentes níveis de adubação na EMBRAPA Cerrados, em Planaltina – DF.

Table 4 – ANOVA summary with values of “F” for length of the fibers (CF), fibers diameter (DF) thickness of the cell wall fibers (EPCF) of *Sclerolobium paniculatum* wood cultivated under different levels of fertilization in EMBRAPA Cerrados - Planaltina – DF.

Fontes de variação	GL	Valores de “F” para características anatômicas		
		CF	DF	EPCF
Tratamento	4			
Resíduo	10	0,7075 ^{ns}	1,4958 ^{ns}	2,6804 ^{ns}
Total	14			

lúmen com 11,58µm de diâmetro e parede celular com 3,41µm de espessura.

Pereira (1990), analisando características anatômicas de fibras de carvoeiro nativo, portanto de maior idade em relação ao utilizado neste estudo, encontrou: 930µm para o comprimento, 10,26µm para o diâmetro do lúmen e 5,51µm para a espessura da parede celular, com coeficientes de variação iguais, respectivamente, a: 18%, 19% e 25%.

A Tabela 5 apresenta os dados médios por tratamento da densidade básica e densidade seca a 0% de umidade da madeira, com seus respectivos coeficientes de variação e na Tabela 6 estão apresentados os valores de “F”.

Os valores médios de densidade básica, saturada e seca não apresentaram diferença significativa, a 5% de significância entre os tratamentos, ou seja, a fertilização não influenciou a densidade da madeira. Dessa forma, a madeira de *Sclerolobium paniculatum*, com 18 anos de

idade e cultivado em plantio homogêneo apresentou densidade básica média de 0,52 g/cm³.

Pereira (1990), estudando as variedades nativas, *subvelutinum* e *rubiginosum*, encontrou, respectivamente, os valores de densidade de 0,68 g/cm³ e 0,52 g/cm³. Paula (1980, 1982, 1985), citado por Pereira (1990) encontrou valores maiores para a densidade da variedade *rubiginosum* variando de 0,79 a 0,81 g/cm³ e para a variedade *subvelutinum* variando de 0,74 a 0,80 g/cm³. Vale et al. (1992) encontrou valores de densidade básica de 0,70 ± 0,04 g/cm³ para o carvoeiro também nativo. Os valores de densidade para o *Sclerolobium paniculatum*, variedade *subvelutinum* de cerrado nativo foram superiores aos valores encontrados para *Sclerolobium paniculatum*, variedade *subvelutinum*, cultivado em área de cerrado até os 18 anos de idade, indicando que o carvoeiro, com essa idade ainda não atingiu sua maturidade quanto à produção de biomassa por unidade de volume.

Tabela 5 – Densidade básica (Db) e densidade seca (Dse) da madeira do carvoeiro (*Sclerolobium paniculatum*), cultivado em diferentes níveis de adubação na EMBRAPA Cerrados, em Planaltina – DF.

Table 5 – Basic density (Db) and dry density (Dse) of carvoeiro (*Sclerolobium paniculatum*) wood cultivated under different levels of fertilization in EMBRAPA Cerrados - Planaltina – DF.

Tratamento	Densidades			
	Básica (g/cm ³)	CV(%)	Seca (g/cm ³)	CV(%)
T1	0,52	3,33	0,57	3,19
T2	0,52	0,96	0,59	1,34
T3	0,56	5,46	0,62	5,04
T4	0,51	8,07	0,56	8,99
T5	0,50	3,72	0,56	3,95
Média	0,52		0,58	

Tabela 6 – Resumo da análise de variância com valores de “F” para a densidade básica e densidade seca da madeira de *Sclerolobium paniculatum*, cultivado em diferentes níveis de adubação na EMBRAPA Cerrados, em Planaltina – DF.

Table 6 – ANOVA summary with values of “F” for basic density and dry density of *Sclerolobium paniculatum*’s wood cultivated under different levels of fertilization in EMBRAPA Cerrados - Planaltina – DF.

Fontes de variação	GL	Valores de “F”	
		Db	Dse
Tratamento	4		
Resíduo	10	2,1062 ^{ns}	2,2364 ^{ns}
Total	14		

Observa-se uma diferença entre características anatômicas e densidade básica encontrados para a madeira de *Sclerolobium paniculatum*, cultivado em cerrado com 18 anos, em relação a valores encontrados por outros autores, quando da análise de madeira de árvores mais velhas provenientes de povoamentos nativos. Árvores mais velhas apresentando valores médios maiores para comprimento de fibras, diâmetro de lúmen e espessura de parede celular e densidade básica pode indicar um predominância de lenho adulto na amostragem, ao contrário das árvores utilizadas neste trabalho com apenas 18 anos e, portanto e, provavelmente, uma maior porcentagem de lenho juvenil.

3.4 Propriedades energéticas da madeira

A Tabela 7 apresenta os dados da análise imediata (teores de: material volátil e carbono fixo); e os valores de poder calorífico superior da madeira de carvoeiro.

O teor de material volátil encontrado (83,84%) foi superior àqueles encontrados para o carvoeiro nativo e para outras espécies de cerrado. Vale (2000), estudando 47

espécies encontrou para o *S. paniculatum* nativo 78,61%, sendo que o menor valor (74,62%) foi encontrado para a *Brysonima verbascifolia* e o maior valor (81,2%) para *Tabebuia ochracea*.

Segundo Brito & Barrichello (1982), altos teores de carbono fixo (CF) levam a uma queima mais lenta, implicando um maior tempo de residência dentro dos aparelhos de queima. Vale (2000) encontrou para o carvoeiro nativo, 21% de carbono fixo e neste trabalho, para o carvoeiro cultivado, como era de se esperar, uma vez que há uma relação inversa com o teor de material volátil, encontrou-se teor de carbono fixo variando de 15,18% a 16,40%.

O poder calorífico superior (PCS) variou de 4.616 kcal/kg a 4.731 kcal/kg, apresentando uma média de 4.671kca/kg, inferior à média encontrada por Vale (2000) para *Sclerolobium paniculatum* nativo, que foi de 4.849 kcal/kg e uma provável explicação para essa superioridade é a maior idade do carvoeiro nativo.

Os resultados estatísticos apresentados na Tabela 8 indicam que apenas a variável carbono fixo (CF) apresenta

Tabela 7 – Valores médios de material volátil (MV), carbono fixo (CF) e poder calorífico superior (PCS) da madeira de *Sclerolobium paniculatum*, cultivado em diferentes níveis de adubação na EMBRAPA Cerrados, em Planaltina – DF.

Table 7 – Average values of volatile material, fixed carbon and calorific power of carvoeiro (*Sclerolobium paniculatum*) wood cultivated under different levels of fertilization in EMBRAPA Cerrados - Planaltina – DF.

Tratamento	Análise imediata				PCS	
	MV (%)	CV (%)	CF (%)	CV (%)	(kcal/kg)	CV (%)
T1	83,19	0,5	16,18	1,4	4.616	1,0
T2	84,32	1,1	15,18	5,4	4.731	2,8
T3	84,29	0,4	15,28	1,8	4.642	0,6
T4	84,22	0,2	15,23	0,5	4.662	2,9
T5	83,19	1,0	16,40	3,3	4.706	0,8
Média	83,84		15,63		4.671	

Tabela 8 – Resumo da análise de variância com valores de “F” para material volátil, carbono fixo e poder calorífico superior da madeira de *Sclerolobium paniculatum*, cultivado em diferentes níveis de adubação na EMBRAPA Cerrados, em Planaltina – DF.

Table 8 – ANOVA summary with the values of “F” for volatile material, fixed carbon and superior calorific power for *Sclerolobium paniculatum* wood cultivated under different levels of fertilization in EMBRAPA Cerrados - Planaltina – DF.

Fontes de variação	GL	Valores de “F”		
		MV	CF	PCS
Tratamento	4			
Resíduo	10	2,9371 ^{ns}	4,6589*	0,7831 ^{ns}
Total	14			

diferença significativa, ao nível de 5% de significância entre os tratamentos, porém o teste de TUKEY, não comprovou essa diferença.

A ANOVA é um teste mais sensível em comparação ao teste de TUKEY, portanto, deve-se assumir que existe uma diferença estatística significativa ao nível de 5% de significância entre a maior e a menor média do teor de carbono fixo. Sendo assim é provável que o teor de carbono fixo tenha sido influenciado pela adubação. Neste caso, o tratamento T2 (40kg/ha de N; 60kg/ha de P; 60kg/ha de K; 20kg/ha de micronutrientes, sem calcário) com 16,17% de carbono fixo diferiu do tratamento T5 (40kg/ha de N; 120kg/ha de P; 60kg/ha de K; 20kg/ha de micronutrientes, 1000kg/ha de calcário) com 15,18% de carbono fixo.

4 CONCLUSÕES

A adubação, nas condições do plantio, não influenciou a produção de biomassa seca a 0% de umidade; o comprimento e o diâmetro das fibras, o diâmetro dos lúmens e a espessura da parede celular; o teor de material volátil e o

poder calorífico superior do *Sclerolobium paniculatum*. Houve influência da adubação no teor de carbono fixo.

A espécie *Sclerolobium paniculatum* var. *subvelutinum*, com 18 anos de idade, ainda não atingiu sua maturidade quanto à densidade.

5 AGRADECIMENTOS

À Empresa Brasileira de Pesquisa Agropecuária (EMBRAPA), pela disponibilidade da área do povoamento de *Sclerolobium paniculatum*, onde foram coletados os dados do trabalho, na pessoa do Dr. José Teodoro de Melo e ao Laboratório de Produtos Florestais do Serviço Florestal Brasileiro, onde foram desenvolvidos os ensaios de caracterização anatômica, na pessoa do Dr. José Arlete Alves Camargos.

6 REFERÊNCIAS BIBLIOGRÁFICAS

ASSOCIAÇÃO BRASILEIRA DE NORMAS TÉCNICAS. **NBR 7190**: determinação da massa específica básica da madeira. Rio de Janeiro, RJ, 1997.

- ASSOCIAÇÃO BRASILEIRA DE NORMAS TÉCNICAS. **NBR 8112**: análise imediata: material volátil, cinzas, carbono fixo. Rio de Janeiro, RJ, 1983.
- ASSOCIAÇÃO BRASILEIRA DE NORMAS TÉCNICAS. **NBR 8633**: determinação do poder calorífico superior da madeira. Rio de Janeiro, RJ, 1984.
- BRITO, J. O.; BARRICHELO, L. E. G. Aspectos técnicos da utilização da madeira e carvão vegetal como combustíveis. In: SEMINÁRIO DE ABASTECIMENTO ENERGÉTICO INDUSTRIAL COM RECURSOS FLORESTAIS, 2, 1982, Piracicaba, SP. **Anais...** Piracicaba: ESALQ, 1982. p. 101-137.
- CORADIN, V. R. T.; MUNIS, G. I. B. **Normas de procedimento em estudos de anatomia de madeira**: I Angiospermae; II – Gimnospermae. Brasília, DF: IBAMA; DIRPED; LPF, 1992. 19 p. (Série técnica, 15).
- EITEN, G. Vegetação do Cerrado. In: PINTO, M. N. (Org.). **Cerrado**. 2. ed. Brasília, DF: UnB, 1993. p. 17-73.
- PEREIRA, B. A. S. **Estudo morfo-anatômico da madeira, casca e folhas de duas variedades vicariantes de *Sclerolobium paniculatum* Vogel (Leguminosae, Caesalpinioideae) de Mata e Cerrado**. 1990. 192 f. Dissertação (Mestrado em Ciências Florestais) - Escola Superior de Agricultura “Luiz de Queiroz”, Piracicaba, 1990.
- PEREIRA, J. E. S.; BRASILEIRO, A. C. M.; FELFILI, J. M.; SILVA, J. A. Elaboração de uma tabela de volume comercial para a mata ciliar do Gama, DF, com o uso de tele-relascópio de Bitterlich. In: CONGRESSO FLORESTAL ESTADUAL, 6., 1988, Nova Prata, RS. **Anais...** Nova Prata: Prefeitura Municipal de Nova Prata/Banco Meridional, 1988. p. 771-791.
- VALE, A. T. **Caracterização da biomassa lenhosa de um Cerrado *Sensu Stricto* da região de Brasília para o uso energético**. 2000. 111 p. Tese (Doutorado em Energia na Agricultura) – Universidade Estadual Paulista, Botucatu, 2000.
- VALE, A. T.; FELFILI, J. M. Dry biomass distribution in a cerrado sensu stricto site in Central Brazil. **Revista Árvore**, Viçosa, v. 29, n. 5, p. 661-669, 2005.
- VALE, A. T.; MARTINS, I. S.; ARAÚJO, W. L. O. Estudo da densidade básica de três espécies do cerrado. **Revista Árvore**, Viçosa, v. 16, n. 2, p. 209-210, 1992.
- VITAL, B. R. Reflexos da fertilização mineral na qualidade e utilização da madeira. In: BARROS, N. F.; NOVAIS, R. F. (Eds.). **Relação solo-eucalipto**. Viçosa: Folha de Viçosa, 1990. p. 323-330.
- ZOBEL, B. Silvicultural effects on wood properties. **IPEF International**, v. 2, p. 31-38, 1992.