

AVALIAÇÃO ENERGÉTICA DA BIOMASSA DO CERRADO EM FUNÇÃO DO DIÂMETRO DAS ÁRVORES**ENERGETIC EVALUATION OF THE BIOMASS OF "CERRADO" IN FUNCTION OF THE DIAMETER OF THE TREES**Ailton Teixeira do Vale¹ Nilton César Fiedler¹ Gilson Fernandes da Silva¹**RESUMO**

Neste trabalho estudou-se a quantificação de energia e de biomassa lenhosa de cerrado em função do diâmetro a 30 cm de altura do solo. A amostragem foi feita em dez parcelas de 20 x 50 cm em uma área de 63,54 ha de cerrado *sensu strictu*. Os indivíduos foram identificados por espécie e classificados em sete classes diamétricas, sorteando-se três indivíduos/classe/espécie para corte, pesagem no campo e retirada de amostras para determinação do poder calorífico superior. Foram encontrados, em média, 673 indivíduos/ha, totalizando 42.762 indivíduos em toda a área estudada, distribuídos em 47 espécies. A produção média de biomassa seca, na área estudada, foi de 12,39 toneladas/ha e de biomassa úmida foi de 20,84 toneladas/ha. A biomassa foi constituída, em média, de 30% de casca. Quando a produção de biomassa por área (kg/ha) é analisada em relação às classes diamétricas verifica-se um acréscimo da primeira para a segunda classe e partindo daí, um decréscimo, até a última classe. A quantidade de energia (kcal/indivíduo) e a quantidade de biomassa produzida, quando plotadas em função do diâmetro, apresentaram comportamentos semelhantes, tanto para madeira, quanto para a casca, representado por uma equação quadrática do tipo $y = a - bx + cx^2$, com R^2 superior a 0,86.

Palavras-chave: energia, biomassa, cerrado.

ABSTRACT

The quantification of energy and woody biomass of the cerrado was studied in function of the diameter at 30 cm above the soil. Sampling was made in 10 plots of 20 x 50 m in an area of 63.54 ha of *sensu strictu* cerrado. The individuals were identified for each species and classified in seven diameter classes, three individuals by class and species, were randomly sampled, weighed in the field and samples collected for determination of the calorific power. On average, 673 individuals/ha were found, a total of 42,762 individuals in the whole studied area, distributed in 47 species. The mean dried biomass, in the studied area was 12.39 ton/ha. The biomass was constituted of 30% on average of bark. When the biomass production per area (kg/ha) was analyzed in relation to the diameter classes, there was increase from the first to the second class and then a decrease, until the last class. The amount of energy (kcal/individual) and the amount of biomass produced when plotted as a function of the diameter presented similar trends, for wood, as for the bark, and was represented by a quadratic equation of the type $y = a - bx + cx^2$, with R^2 superior to 0,86.

Key words: energy, biomass, cerrado.

INTRODUÇÃO

A energia proveniente da biomassa representou, em 2000, 19,40% de toda energia primária consumida no Brasil, sendo 9,12% relativo à lenha (BEN, 2000). Dentre as alternativas energéticas renováveis, a biomassa tem despertado grande interesse, por ser versátil, possibilitando a obtenção de combustíveis sólidos, líquidos e gasosos e, com base nesses a eletricidade (Grassi e Palz, 1994).

A utilização da madeira como fonte de energia tem superado outras alternativas energéticas, como os painéis solares e as turbinas eólicas. O avanço na tecnologia de gaseificação da madeira trará benefícios na utilização deste combustível na produção de energia elétrica com a diminuição dos custos. Com o advento do carvão mineral e posteriormente do petróleo, a madeira passou a ocupar um segundo plano como combustível, inicialmente em razão das denúncias de devastações das florestas e depois como causadora de

1. Engenheiro Florestal, Dr., Professor do Departamento de Engenharia Florestal, Faculdade de Tecnologia, Universidade de Brasília, CEP 70910-990, Brasília (DF). atvale@unb.br

Recebido para publicação em 10/04/2002 e aceito em 8/08/2002.

poluição atmosférica, com a emissão de dióxido de carbono por meio de sua queima. Hoje já se sabe que o resultado líquido do crescimento das árvores é justamente a remoção do dióxido de carbono.

Analisando o Balanço Energético Nacional (BEN, 2000), observa-se que no Brasil, um décimo de todo combustível primário consumido é representado pela madeira cuja utilização no setor industrial pode ocorrer na forma direta (queima de lenha e resíduos de reflorestamentos) ou na forma indireta (transformação da madeira de reflorestamento ou de origem nativa em carvão vegetal). A madeira utilizada no setor residencial especialmente na cocção de alimentos, é originária de matas nativas: mata atlântica, caatinga e cerrado.

O cerrado, que ocupa em torno de um quarto do território brasileiro (Ferri, 1980) em área densamente povoada, é provavelmente o maior fornecedor de combustível para o cozimento no meio rural, o que o situa como um dos biomas de importância social. No entanto, a ocupação desordenada desse bioma vem destruindo-o ao longo dos anos. Uma possibilidade de otimização da produção de biomassa desse bioma para fins energéticos sem depredação é o seu uso sustentado.

Por outro lado, o uso sustentado só será possível com o conhecimento da biomassa que compõe o ecossistema e de sua capacidade de produzir energia. Com esse intuito, o presente trabalho objetiva estimar a produção de biomassa lenhosa e de energia na forma de calor para várias classes de diâmetro para uma área de cerrado *sensu strictu*.

REVISÃO DE LITERATURA

O consumo de energia cresceu de maneira lenta ao longo da história da humanidade, até o século XIX, com base no uso da lenha e seus derivados (Acioli, 1994). O Brasil do início do século XX tinha, na lenha, seu principal energético primário (Leite, 1997). Esse modelo baseado na lenha se modificou ao longo dos anos e chegou a 1999, com 70,62% de toda a energia consumida representada pelas fontes elétricas e petrolíferas, sendo a hidroeletricidade o principal energético primário do País (Brasil, 2000).

A energia primária, no Brasil, no ano de 1999 (Brasil, 2000), teve mais da metade (55,82%) de sua oferta interna bruta originária de fontes renováveis (hidráulica, produtos da cana e lenha). A biomassa representou 19,39%, com valores percentuais de 9,12% e 10,27% respectivamente, para a lenha e para a cana-de-açúcar.

A distribuição de energias concentradas tem alto custo, por outro lado, por ter característica dispersa, a utilização da biomassa no meio rural e em localidades isoladas seria mais viável técnica e economicamente (Brasil, 1986).

Os usos mais intensivos da madeira como energético estão concentrados nas regiões Sul, Sudeste e Nordeste e sua principal fonte tem sido os ecossistemas naturais, sobretudo a mata Atlântica, o Cerrado e a Caatinga. A diminuição desses biomas e a pressão conservacionista, associadas à necessidade anual de mais madeira para energia, têm levado à crescente dificuldade para a obtenção desse recurso partindo de florestas nativas (Brito e Deglise, 1991).

Nas regiões de uso mais intensivo da madeira como fonte de energia, a situação é de penúria. A população que usa a madeira como fonte de energia não tem condições de obter a quantidade mínima necessária para a cocção de alimentos (Brito, 1990).

O cerrado é um dos cinco maiores tipos de vegetação do Brasil e cobre cerca de 2 milhões de km² do território (23% do território nacional), com, aproximadamente, 1,5 milhões de km² de cerrado *sensu lato*, localizados no Brasil Central, nos estados de Minas Gerais, Mato Grosso e Goiás (Ferri, 1980). O grande potencial lenheiro do cerrado tem sido utilizado para produção de carvão vegetal destinado ao suprimento do setor siderúrgico (Alho e Martins, 1995).

A utilização da madeira nativa oriunda do cerrado para geração de energia, na forma de calor, seja pela queima direta, seja pela indireta na produção de carvão vegetal, ao longo dos anos, foi feita de maneira predatória, sem plano de manejo.

A análise quantitativa e a qualitativa da biomassa produzida pelas diversas espécies do cerrado não

têm sido objeto de muitos estudos.

Silva (1990), trabalhando com compartilhamento de nutrientes em biomassa arbórea de um cerrado *sensu stricto*, encontrou, para as 35 espécies observadas, valor médio de biomassa de 10,18 kg/árvore, incluindo troncos, ramos, folhas e frutos.

Oliveira (1993), trabalhando em área de campo sujo de cerrado, pesou casca do tronco, madeira, folhas, ramos, material morto e frutos das seis espécies de maior biomassa seca, e encontrou, em média, 24,27 kg/árv. Ao estudar as relações percentuais entre massa seca e massa úmida de madeira e casca, a mesma autora observou que, na composição da biomassa total, a madeira e a casca sempre foram os componentes de maior participação, em média 65,85%.

No mesmo campo sujo de cerrado, Oliveira (1993) relatou a produção de 0,14 t/ha de biomassa seca aérea e citou produções de 53,00 t/ha para cerradão (ELN-Engevix, 1989) e 7,60 t/ha para campo cerrado (ELN-Sondotécnica, 1987).

MATERIAL E MÉTODO

A coleta de dados de campo foi conduzida na Fazenda Água Limpa (FAL), de propriedade da Universidade de Brasília-DF, localizada a 1.100 metros de altitude e a 15°56'14''S e 47°46'08''W. Nos 4.000 ha da FAL predomina a vegetação do tipo cerrado *sensu stricto*, ocupando 36,50% da área (Furley e Ratter, 1990).

Uma área de 63,54 ha de cerrado *sensu strictu* foi dividida em parcelas iguais de 20 m x 50 m, sorteando-se aleatoriamente dez parcelas, baseado em procedimento utilizado por Silva (1990). Delimitadas as parcelas, todas as árvores com diâmetro igual ou superior a 5 cm, medido a 30 cm de altura do solo, foram identificadas e numeradas, anotando-se os diâmetros. Em seguida as árvores foram classificadas em sete classes diamétricas, partindo de 5 cm com amplitude de 4 cm e em cada classe sortearam-se três indivíduos.

Esses indivíduos sorteados foram cortados, separando o tronco da copa e eliminando os galhos finos de diâmetro inferior a 3 cm na base. Pesou-se o tronco e os galhos úmidos, remanescentes com casca. Em seguida foram recolhidos discos com 2,50 cm de espessura, ao longo do tronco nas posições: 0%, 25%, 50%, 75% e 100% da altura deste. Analogamente foram recolhidos discos na base de cada galho, sendo que em árvores bifurcadas ou com mais de dois galhos principais foi escolhido, ao acaso, um dos galhos para a retirada dos discos. Esses discos foram acondicionados em sacos de polietileno, identificados e encaminhados ao laboratório.

No mesmo dia da coleta, cada disco teve a casca separada da madeira, obtendo a massa úmida de ambas. Determinou-se, então, a relação mássica entre a madeira e a casca, em base úmida, do tronco e dos galhos. Essa relação foi utilizada para estimar, em condição de campo, a massa úmida da madeira e da casca, tanto para o tronco quanto para os galhos das espécies estudadas.

As massas úmidas e secas obtidas em laboratório foram utilizadas para determinar o teor de umidade, segundo Vital (1997), obtendo, com base nesses resultados, a massa seca de madeira e de casca para o tronco e para o galho.

O poder calorífico superior da madeira e da casca foi determinado segundo norma ABNT NBR 8633 e manual de operações do calorímetro PARR 1201 e o poder calorífico inferior pela fórmula abaixo, segundo Doat (1977) e Brito (1993).

$$PCI = PCS - 600 (9H/100)$$

Em que: PCI = poder calorífico inferior (kcal/kg); PCS = poder calorífico superior (kcal/kg); H = teor de hidrogênio elementar (%).

A quantidade de energia na forma de calor foi obtida pelo produto da massa seca de madeira e de casca com o respectivo poder calorífico inferior.

Os dados foram submetidos a uma análise de regressão em que foram testadas 12 equações para estimar a quantidade de biomassa e de energia da madeira e da casca em função do diâmetro, utilizando-se

pacote estatístico SAEG, segundo Cruz (1998). Para seleção das melhores equações, utilizou-se o coeficiente de determinação ajustado (R^2), teste “t” de significância dos parâmetros e análises gráficas dos resíduos.

RESULTADOS E DISCUSSÃO

Aspectos gerais da vegetação

Foram encontrados, no povoamento, 673 indivíduos/ha, distribuídos em 24 famílias e 47 espécies, correspondendo a 42.762 indivíduos em toda a área de estudo, variando de 5,00 cm a 17,93 cm. As famílias com maior número de espécies foram *Leguminosae* e *Vochysiaceae* com, respectivamente, 8 e 6 espécies (Tabela 1).

TABELA 1: Espécies lenhosas vivas com diâmetro igual ou superior a 5 cm medido a 30 cm de altura do solo no cerrado da Fazenda Água Limpa (FAL), da Universidade de Brasília (UnB-DF).

TABLE 1: Woody species with diameter \geq 5cm at 30 cm above the ground level in cerrado at Água Limpa Farm, University of Brasília, Brasília-DF.

Espécie	Família	N./ha	Diâmetro
<i>Acosmium dasycarpum</i> (Vog.) Yakovl.	Leg. Papilionoidae	1	10,00
<i>Aspidosperma macrocarpon</i> Mart.	Apocynaceae	5	8,40
<i>Aspidosperma tomentosum</i> Mart.	Apocynaceae	11	6,94
<i>Byrsonima coccolobifolia</i> H.B. & K.	Malpighiaceae	2	8,00
<i>Byrsonima crassa</i> Nied.	Malpighiaceae	11	6,41
<i>Byrsonima verbascifolia</i> (L.) Rich. ex A. L. Juss.	Malpighiaceae	4	6,85
<i>Blepharocalix salicifolius</i> (H. B. & K.) Berg	Myrtaceae	12	11,48
<i>Caryocar brasiliense</i> Camp.	Caryocaraceae	29	12,57
<i>Connarus suberosus</i> Planch.	Connaraceae	7	5,40
<i>Dalbergia miscolobium</i> Benth	Leg. Papilionoideae	84	9,72
<i>Dimorphandra mollis</i> Benth.	Leg. Mimosoideae	1	9,40
<i>Enterolobium gummiferum</i> (Mart.) Macb.	Leg. Mimosoideae	1	7,60
<i>Eremanthus glomerulatus</i> Less.	Compositae	16	5,85
<i>Eriotheca gracilipes</i> (K. Schum.) A. Robyns	Bombacaceae	2	8,00
<i>Eriotheca pubescens</i> (Mart. & Zucc.) Schott. & Endl	Bombacaceae	10	9,25
<i>Erythroxylum deciduum</i> St. Hil.	Erythroxylaceae	1	5,00
<i>Erythroxylum suberosum</i> St. Hil.	Erythroxylaceae	2	5,15
<i>Erythroxylum tortuosum</i> Mart.	Erythroxylaceae	3	6,77
<i>Guapira noxia</i> (Netto) Lund	Nyctaginaceae	10	7,90
<i>Hymenaea stigonocarpa</i> Mart. Ex Hayne	Leg. Caesalpinoideae	3	17,93
<i>Kielmeyera coriacea</i> (Spreng.) Mart. var. <i>coriacea</i>	Guttiferae	21	5,78
<i>Kielmeyera speciosa</i> St. Hil.	Guttiferae	12	6,48
<i>Lafoensia pacari</i> St. Hil.	Lythraceae	1	13,50
<i>Miconia ferruginata</i> DC.	Melastomataceae	8	8,78
<i>Miconia pohliana</i> Cogn.	Melastomataceae	35	8,21
<i>Myrsine guianensis</i> (Aubl.) Kuntz	Myrsinaceae	3	6,73
<i>Ouratea hexasperma</i> (St. Hil.) Baill.	Ochnaceae	114	8,00
<i>Palicourea rigida</i> Kunth	Rubiaceae	32	6,57
<i>Pouteria ramiflora</i> (Mart.) Radlk.	Sapotaceae	8	11,08
<i>Piptocarpha rotundifolia</i> (Less.) Baker	Compositae	3	6,90
<i>Psidium warmingianum</i> Kiaersk.	Myrtaceae	1	5,70

Continua ...

TABELA 1: Continuação ...

TABLE 1: Continued ...

Espécie	Família	N./ha	Diâmetro
<i>Pterodon pubescens</i> (Benth.) Benth.	Leg. Papilionoideae	14	16,66
<i>Qualea grandiflora</i> Mart.	Vochysiaceae	34	11,46
<i>Qualea multiflora</i> Mart.	Vochysiaceae	23	7,39
<i>Qualea parviflora</i> Mart.	Vochysiaceae	35	10,24
<i>Rourea induta</i> Planch	Connaraceae	2	7,25
<i>Schefflera (Didymopanax) macrocarpa</i> (Seem.) D.C. Frodin	Araliaceae	25	9,50
<i>Sclerolobium paniculatum</i> Vog. Var. <i>subvelutinum</i> Benth.	Leg. Caesalpinoideae	46	16,54
<i>Strychnos pseudoquina</i> St. Hil.	Loganiaceae	1	13,50
<i>Stryphnodendron adstringens</i> (Mart.) Cov.	Leg. Mimosoideae	5	10,56
<i>Styrax ferrugineus</i> Nees & Mart.	Styracaceae	5	11,30
<i>Symplocos rhamnifolia</i> A. DC.	Symplocaceae	1	5,30
<i>Tabebuia ochracea</i> (Cham.) Standl.	Bignoniaceae	1	6,40
<i>Tabebuia serratifolia</i> (Vahl.) Nicholson	Bignoniaceae	1	9,00
<i>Vochysia elliptica</i> Mart.	Vochysiaceae	6	8,17
<i>Vochysia rufa</i> Mart.	Vochysiaceae	1	5,80
<i>Vochysia thyrsoidea</i> Pohl.	Vochysiaceae	20	16,85
Total	-	673	-

Em estudos conduzidos em área similar de cerrado, Silva (1990) encontrou 35 espécies e 1.233 árvores/ha e cita Oliveira *et al.* (1982) que encontraram 35 espécies e 567 árvores/ha. Em outras áreas de cerrado, Goodland (1971) levantou 43 espécies e 2.253 árvores/ha; Rizzini (1979), 29 e 847; Medeiros (1983), 38 e 947; Ribeiro e Haridasan (1984), 50 e 550; Ribeiro *et al.* (1985), 51 e 730.

A biomassa úmida foi obtida diretamente no campo, pesando-se separadamente tronco de galhos. Encontrou-se uma produção de 20,84 toneladas/ha, com maior produção na classe diamétrica de 9 a 13 cm. Em média, essa biomassa foi constituída por 70% de madeira e 30% de casca. Na menor classe (5 a 9 cm) o percentual de casca chega a 38% no galho, diminuindo para 20% na maior classe (29 a 33 cm) no tronco, conforme Tabela 2. Em média, o teor de umidade máxima da madeira foi de 93,47% e da casca 102,98%, em base seca.

TABELA 2: Percentual de casca no tronco, galho e na árvore, por classe diamétrica das árvores do cerrado da FAL da UnB-DF.

TABLE 2: Percent of the bark in the stem, branches, trees per diameter class in the cerrado at Água Limpa Farm, University of Brasília, Brasília-DF.

Percentual de casca (massa seca)	Classes diamétricas (cm)						
	7	11	15	19	23	27	31
Tronco	35%	29%	26%	23%	22%	20%	21%
Galho	36%	38%	38%	36%	30%	30%	22%
Árvore	35%	32%	29%	32%	27%	25%	22%

A Tabela 3 apresenta a distribuição dos valores médios de massa seca por espécie e por classe de diâmetro. Observou-se um maior número de indivíduos nas menores classes de diâmetro o que elevou a massa seca/ha em relação às classes diamétricas maiores em que, em contrapartida, estão as maiores massas secas individuais. Praticamente a totalidade dos indivíduos do cerrado se concentra nas classes de diâmetros até 17 cm, notadamente na classe de 5 a 9 cm (Felfili e Silva Jr., 1988).

Da primeira classe de diâmetro (5 – 9 cm) para a segunda (9 – 13 cm) há um aumento na quantidade total de biomassa (kg/ha) e, partindo daí, um decréscimo até a última classe de diâmetro. Isso pode ser explicado pelo maior ganho em biomassa para algumas espécies, tais como: *Caryocar brasiliensis* (ganho de 130,44 kg), *Dalbergia miscolobium* (547,12kg), *Qualea parviflora* (83,19 kg), *Sclerolobium paniculatum*

(217,39 kg).

O cerrado apresenta uma produção de 12,39 toneladas de massa seca/ha, compreendendo o tronco acima de 5 cm de diâmetro a 30 cm do solo e galhos acima de 3 cm de diâmetro na base.

O poder calorífico superior da madeira variou de 4516 kcal/kg a 4990 kcal/kg, sendo em geral inferior ao poder calorífico da casca que variou de 4188 kcal/kg a 5739 kcal/kg.

Os dados de biomassa e quantidade de energia foram ajustados em função do diâmetro por meio de análise de regressão. Dentre as 12 equações testadas pelo procedimento SAEG, o modelo, que apresentou melhores resultados para as equações ajustadas, considerando o R^2 , o CV e a análise gráfica de resíduo, foi o quadrático:

$$Y = \beta_0 + \beta_1x + \beta_2x^2$$

As Figuras de 1 a 6 apresentam as equações, mostrando a distribuição dos pontos observados em torno da linha média. Nas Figuras 1,3 e 5, estão apresentadas as equações para massa seca, enquanto as Figuras 2, 4 e 6 apresentam as equações para quantidade de calor. Em ambos os casos sempre na seqüência: madeira, casca e madeira + casca. Observando os gráficos de biomassa seca e de quantidade de calor, verifica-se que o comportamento da curva é semelhante, com mais de 85% da variação de "Y", sendo explicada pela equação. As seis equações apresentaram um coeficiente de variação relativo abaixo de 0,04%.

TABELA 3: Massa seca individual por espécies/classe de diâmetro/ha e poder calorífico superior (PCS) para madeira e casca por espécie.

TABLE 3: Dry mass per species per diameter class ($\text{kg}\cdot\text{ha}^{-1}$) and heat combustion of the wood and bark by species.

Espécies	Classes Diamétricas (cm)							Massa Seca kg/ha/esp.	PCS (kcal/kg)			
	5 a 9	9 a 13	13 a 17	17 a 21	21 a 25	25 a 29	29 a 33		M	C		
<i>Acosmium dasycarpum</i>	15,16 (1/1)							15,16 (1/1)	4990	5081		
<i>Aspidosperma macrocarpon</i>	4,35 (3/3)	9,64 (1/1)	28,58 (1/1)					42,57 (5/5)	4828	5292		
<i>Aspidosperma tomentosum</i>	44,80 (3/10)	16,10 (1/1)								60,90 (4/11)	4863	4717
<i>Byrsonima coccolobifolia</i>	3,00 (1/1)	4,99 (1/1)								7,99 (2/2)	4845	5047
<i>Byrsonima crassa</i>	23,43 (3/11)							23,43 (3/11)	4781	4850		
<i>Byrsonima verbascifolia</i>	8,68 (3/4)							8,68 (3/4)	4772	4909		
<i>Blepharocalix salicifolius</i>	33,39 (7/9)	-	-	51,62 (1/1)	107,43 (1/1)	226,38 (1/1)	418,82 (10/12)		4516	4805		
<i>Caryocar brasiliense</i>	13,20 (3/5)	143,64 (3/14)	292,46 (3/7)	66,77 (1/1)	181,0 (2/2)	697,07 (12/29)		4839	4762			
<i>Connarus suberosus</i>	5,88 (3/7)							5,88 (7)	4814	5206		
<i>Dalbergia miscolobium</i>	312,40 (4/40)	859,52 (3/34)	177,75 (3/9)	-	12,25 (1/1)	1361,92 (84)		4897	5097			
<i>Dimorphandra mollis</i>	9,04 (1/1)							9,04 (1)	4941	5178		
<i>Enterolobium gummiferum</i>	5,68 (1/1)							5,68 (1)	4738	5240		

Continua ...

TABELA 3: Continuação ...

TABLE 3: Continued ...

Espécies	Classes Diamétricas (cm)							Massa Seca kg/ha/esp.	PCS (kcal/kg)	
	5 a 9	9 a 13	13 a 17	17 a 21	21 a 25	25 a 29	29 a 33		M	C
<i>Eremanthus glomerulatus</i>	8,16 (3/16)							8,16 (16)	4739	4968
<i>Eriotheca gracilipes</i>	7,24 (2/2)							7,24 (2)	4566	4858
<i>Eriotheca pubescens</i>	61,11 (4/7)	35,31 (3/3)						96,42 (10)	4566	4985
<i>Erythroxylum deciduum</i>	0,88 (1/1)							0,88 (1)	4638	4986
<i>Erythroxylum suberosum</i>	2,12 (2/2)							2,12 (2)	4550	5028
<i>Erythroxylum tortuosum</i>	2,94 (2/3)							2,94 (3)	4932	5148
<i>Guapira noxia</i>	27,20 (3/8)	12,64 (2/2)						39,84 (10)	4622	4188
<i>Hymenaea stigonocarpa</i>	-	-	35,13 (1/1)	265,14 (2/2)				300,27 (3)	4851	4795
<i>Kielmeyra coriacea</i>	28,14 (4/21)							28,14 (21)	4747	5502
<i>Kielmeyra speciosa</i>	33,00 (3/11)	4,88 (1/1)						37,88 (12)	4883	5577
<i>Lafoensia pacari</i>	14,25 (1/1)							14,25 (1)	4788	4987
<i>Miconia ferruginata</i>	10,62 (3/6)	9,63 (1/1)	13,18 (1/1)					33,43 (8)	4777	4570
<i>Miconia pohliana</i>	74,36 (3/22)	80,60 (4/13)						154,96 (35)	4626	4586
<i>Myrsine guianensis</i>	4,62 (2/3)							4,62 (3)	4701	5117
<i>Ouratea hexasperma</i>	378,02 (3/82)	312,33 (3/29)	64,41 (3/3)					754,76 (114)	4926	5230
<i>Palicourea rigida</i>	26,10 (3/29)	15,03 (1/3)						41,13 (32)	4695	5096
<i>Pouteria ramiflora</i>	4,44 (1/1)	97,23 (2/7)						101,67 (8)	4779	5073
<i>Pptocarpa rotundifolia</i>	7,05 (2/3)							7,05 (3)	4744	4959
<i>Psidium warmingianum</i>	2,72 (1/1)							2,72 (1)	4752	4928
<i>Pterodon pubescens</i>	-	95,28 (3/6)	186,72 (3/4)	-	130,54 (1/1)	241,86 (1/1)	686,32 (2/2)	1340,72 (14)	4953	4918
<i>Qualea grandiflora</i>	48,48 (3/12)	131,67 (3/11)	368,24 (3/8)	282,18 (3/3)				830,57 (34)	4736	4723
<i>Qualea multiflora</i>	56,34 (3/18)	47,16 (2/4)	10,15 (1/1)					113,65 (23)	4726	4323
<i>Qualea parviflora</i>	354,62 (3/17)	221,90 (2/14)	106,74 (3/3)	86,33 (1/1)				769,59 (35)	4711	4664
<i>Rourea induta</i>	1,88 (1/1)	4,20 (1/1)						6,08 (2)	4668	4986

Continua ...

TABELA 3: Continuação ...
TABLE 3: Continued ...

Espécies	Classes Diamétricas (cm)							Massa Seca kg/ha/esp.	PCS (kcal/kg)	
	5 a 9	9 a 13	13 a 17	17 a 21	21 a 25	25 a 29	29 a 33		M	C
<i>Schefflera macrocarpa</i>	47,6 (4/14)	102,88 (4/8)	100,38 (3/3)					250,86 (25)	4740	4854
<i>Sclerobium paniculatum</i>	17,79 (2/3)	235,18 (3/11)	641,34 (3/14)	663,57 (3/9)	923,37 (3/7)	404,86 (2/2)		2886,11 (46)	4849	4956
<i>Strychnos pseudoquina</i>	27,66 (1/1)							27,66 (1)	4756	5739
<i>Stryphnodendron adstrin</i>	2,42 (2/2)	35,90 (2/2)	-	65,48 (1/1)				103,80 (5)	4816	4869
<i>Stryax ferrugineus</i>	-	46,80 (2/5)						46,80 (5)	4755	5193
<i>Symplocos rhamnifolia</i>	0,43 (1/1)							0,43 (1)	*	4682
<i>Tabebuia ochracea</i>	4,19 (1/1)							4,19 (1)	4760	5016
<i>Tabebuia serratifolia</i>	6,88 (1/1)							6,88 (1)	4824	4835
<i>Vochysia elliptica</i>	28,60 (3/5)	14,49 (1/1)						43,09 (6)	4737	4630
<i>Vochysia rufa</i>	1,89 (1/1)							1,89 (1)	4680	4417
<i>Vochysia thyrsoidea</i>	11,28 (4/4)	25,92 (3/3)	114,87 (3/3)	376,80 (4/4)	424,56 (3/3)	432,08 (2/2)	276,7 (1/1)	1662,21 (20)	4713	4747
Biomassa seca total (kg/ha)	1783,56	2562,92	2139,95	1857,89	1779,15	1305,18	963,02	12.393,77		
Número de indivíduos/ ha	(106/393)	(52/176)	(31/58)	(16/22)	(10/15)	(6/6)	(3/3)	(224/673)		

Em que: M = madeira; C = casca; * = Material insuficiente; (a/b): a = número de indivíduos amostrados; (a/b): b = número total de indivíduos/ha.

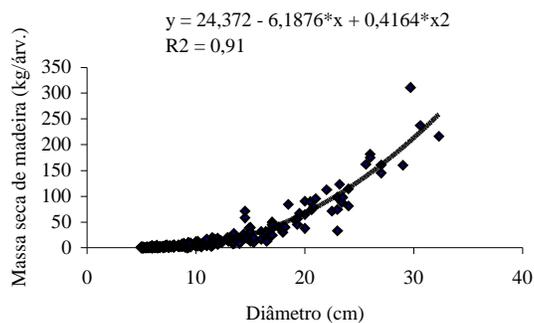


FIGURA 1: Massa seca de madeira em função do diâmetro para o cerrado.

FIGURE 1: Dry mass of wood as a function of diameter for cerrado.

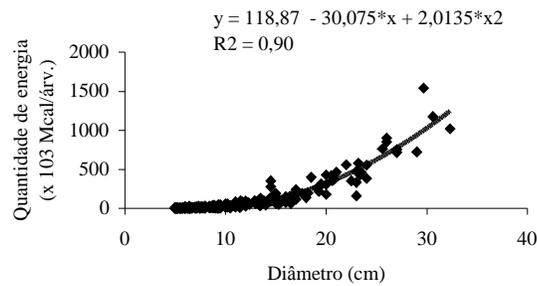


FIGURA 2: Quantidade de energia da madeira em função do diâmetro para o cerrado.
FIGURE 2: Quantity of wood energy as a function of diameter.

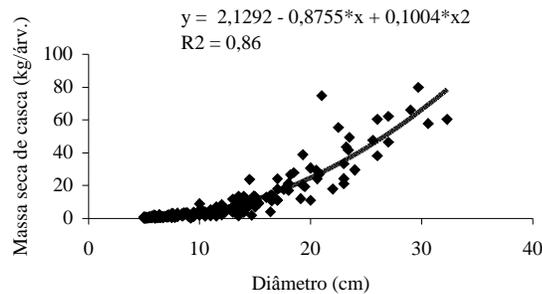


FIGURA 3: Massa seca de casca em função do diâmetro para o cerrado.
FIGURE 3: Dry mass of bark as a function of diameter for cerrado.

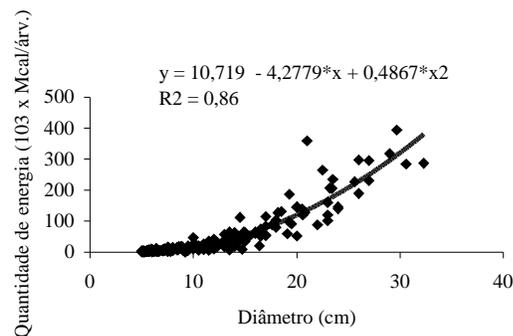


FIGURA 4: Quantidade de energia da casca em função do diâmetro para o cerrado.
FIGURE 4: Quantity of bark energy as a function of diameter for cerrado.

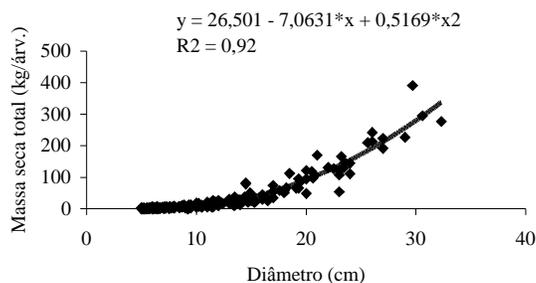


FIGURA 5: Massa seca (madeira + casca) em função do diâmetro para o cerrado.

FIGURE 5: Dry mass total (wood plus bark) as a function of diameter for cerrado.

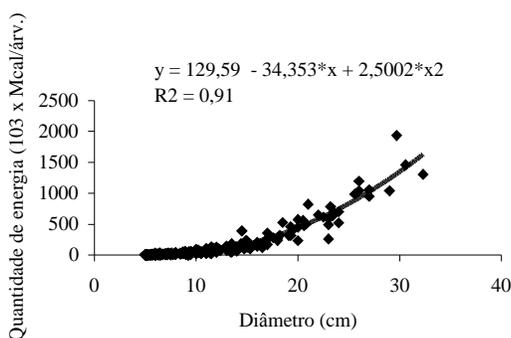


FIGURA 6: Quantidade de energia (madeira + casca) em função do diâmetro para o cerrado.

FIGURE 6: Quantity of wood plus bark energy as a function of diameter for cerrado.

CONCLUSÃO

O trabalho possibilitou as seguintes conclusões:

1) Há um aumento da biomassa seca por hectare da primeira para a segunda classe diamétrica, diminuindo, partindo daí, até a última classe de diâmetro;

2) A densidade básica da madeira aumenta também da primeira para a segunda classe diamétrica, o que pode explicar em parte o aumento da biomassa nessa mesma direção;

3) O cerrado estudado produziu 12,39 toneladas de biomassa seca /ha;

4) Tanto a biomassa quanto a quantidade de energia disponibilizada na forma de calor podem ser estimadas em função do diâmetro, mediante uma equação quadrática: $\hat{Y} = \beta_0 + \beta_1x + \beta_2x^2$.

REFERÊNCIAS BIBLIOGRÁFICAS

ACIOLI, J.L. **Fontes de energia**. Brasília: Editora Universidade de Brasília, 1994. 138p.

ALHO, C.J.R.; MARTINS, E.S. **De grão em grão, o cerrado perde espaço** (cerrado – impactos do processo de ocupação). Brasília: WWF – Fundo Mundial para a Natureza, 1995. 66p.

- BRASIL. Ministério da Indústria e do Comércio - MIC. **Energia da biomassa**: alavanca de um nova política industrial. Brasília: Secretaria de Tecnologia Industrial, 1986. 52p.
- BRASIL. Ministério de Minas e Energia. **Balanco energético nacional**. Brasília, 1999. 153p.
- BRITO, J.O. Expressão da produção florestal em unidades energéticas. In: CONGRESSO FLORESTAL PANAMERICANO, 1.; CONGRESSO FLORESTAL BRASILEIRO, 7. 1993, Curitiba. **Anais...** Curitiba, 1993. p.280-282.
- BRITO, J.O.; DEGLISE, X. States and potencial of using wood for energy in Brazil. In: WORLD FOREST CONGRESS, 10., 1991, Paris. **Actes Proceedings Actas 6...** Paris: Revue Forestière Française, 1991, p. 175-79.
- BRITO, J.O. Forest resources contribution to energy splies in Brazil. **IPEF Internacional**, n. 1, p. 23-25, 1990.
- CRUZ, C.D. Programa GENES: aplicativo computacional em estatística aplicada à genética. **Genetics and Molecular Biology**, v. 21, n. 1, p. 135-138, 1998.
- DOAT, J. Le puovoir calorifique des bois tropicaux. *Revue Bois et Forêts des Tropiques*, n. 172, p. 33-48, 1977.
- EITEN, J. Vegetação. In: __. **Cerrado**: caracterização, ocupação e perspectiva. 2. ed. Brasília: Editora da Universidade de Brasília, 1993. p. 17-74.
- EMBRAPA. Serviço Nacional de Levantamento e Conservação dos Solos. **Levantamento de reconhecimento dos solos do Distrito Federal**. Brasília, 1978. (Boletim Técnico, n. 53).
- FELFILI, J.M.; SILVA JUNIOR, M. C. Distribuição dos diâmetros numa faixa de cerrado na fazenda Água Limpa (FAL) em Brasília-DF. **Acta Botanica Brasileira**, v. 2, n. 1-2, p. 85-104, 1988.
- FERRI, M.G. **Vegetação brasileira**. Belo Horizonte: Ed. Itatiaia; São Paulo: Ed. da Universidade de São Paulo, 1980. 157p.
- FOELKEL, C.E.B.; BRASIL, M.A.M.; BARRICHELO, L.E.G. Métodos para determinação da densidade básica de cavacos para coníferas e folhosas. **IPEF**, n. 2/3, p. 65-74, 1971.
- FURLEY, P.A., RATTER, J.A. **An assessment of soil constraints on the distribution of plant communities at Fazenda Água Limpa, Brasília, DF**. In: INTERNATIONAL SYMPOSIUM ON BIOLOGY OF CERRADO PLANTS, 1990, Campinas, **Anais...** Campinas, 1990.
- GOLDEMBERG, J. As diferentes fontes de energia. In: __. **Energia no Brasil**. São Paulo: Academia de Ciências do Estado de São Paulo, 1976. p. 1-42.
- GRASSI, G., PALZ, W. O futuro da biomassa na União Européia. *Álcool. & Açúcar*, n. 76, p. 28-34, 1988.
- HALL, D.O. "Biomass energy". **Energy Policy – Renewables Series**, p. 711-737, Oct., 1991.
- HARIDASAN, M. Solos do Distrito Federal. In: __. **Cerrado**: caracterização, ocupação e perspectiva. 2. ed. Brasília: Editora da Universidade de Brasília, 1993. p. 307-330.
- LEITE, A.D. *A Energia do Brasil*. Rio de Janeiro: Nova Fronteira, 1997. 500 p.
- LIMA, C.S.A. **Desenvolvimento de um modelo para manejo sustentado do cerrado**. 1997. 157p. Dissertação (Mestrado em Ciência Florestal) – Departamento de Engenharia Florestal, Universidade Federal de Lavras, Lavras.
- NIMER, E. **Climatologia do Brasil**. Rio de Janeiro: IBGE, 1989.
- OLIVEIRA, F.P.A. **Fitossociologia, cobertura e fitomassa da camada lenhosa em um hectare de campo sujo de cerrado, DF**. 1993. 99p. Dissertação (Mestrado em Ecologia) – Instituto de Ciências Biológicas. Departamento de Ecologia, Universidade de Brasília, Brasília.
- OLIVEIRA, A.D., LEITE, A.P., BOTELHO, S.A., SCOLFORO, J.R.S. Avaliação econômica da vegetação de cerrado submetido a diferentes regimes de manejo e de povoamentos de eucalipto plantado em monocultivo. **CERNE**, v. 4, n. 1, p. 34-56, 1998.
- SILVA, F.C. **Compartilhamento de nutrientes em diferentes componentes da biomassa aérea em espécies arbóreas de um cerrado**. 1990. 80p. Dissertação (Mestrado em Ecologia) – Instituto de Ciências Biológicas. Departamento de Ecologia, Universidade de Brasília, Brasília.
- SILVA, M.A. **Mudanças na composição florística e estrutura de um cerrado sensu stricto em um período de 12 anos (1985-1997), na Fazenda Água Limpa (FAL) – Distrito Federal**. 1999. 62p. Dissertação (Mestrado em Ciências Florestais) – Faculdade de Tecnologia, Departamento de Engenharia Florestal, Universidade de Brasília, Brasília.

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

_____. **Tecnologia da madeira**: métodos para determinação do teor de umidade da madeira. Viçosa, MG: SIF, 1997. 33p. (Boletim Técnico SIF, 13).

VALE, A.T. **Caracterização da biomassa lenhosa de um cerrado sensu stricto da região de Brasília para uso energético**. 200. 111p. Tese (Doutorado) – Universidade Estadual Paulista, Campus de Botucatu, Botucatu, São Paulo.