

# ESTRUTURA DA VEGETAÇÃO DE UM CERRADÃO E A HETEROGENEIDADE REGIONAL DO CERRADO NO MARANHÃO, BRASIL<sup>1</sup>

Helisvania Gomes Silva<sup>2</sup>, Nivaldo de Figueiredo<sup>3</sup> e Gilda Vasconcellos de Andrade<sup>3</sup>

**RESUMO** – A estrutura de um Cerradão no nordeste do Maranhão foi avaliada visando contribuir para a caracterização da heterogeneidade da vegetação no Estado. O método de quadrantes foi utilizado na amostragem de 399 pontos em três transectos paralelos, distribuídos sistematicamente a cada 200 m. O ponto de início do primeiro transecto foi sorteado. O critério de inclusão mínimo foi de 1 cm de diâmetro ao nível do solo. Os 1.596 indivíduos amostrados representaram 69 espécies e 32 famílias. *Plathymenia reticulata* (Candeia) foi a espécie com maior Índice de Valor de Importância (IVI), diferindo de outras regiões maranhenses. A diversidade ( $H' = 3,31$ ) e a equabilidade ( $J = 0,78$ ) foram altas e estão dentro da variação conhecida nos Cerrados do Maranhão. A comparação florística entre sete áreas de Cerrado no Estado mostrou elevada heterogeneidade e baixa similaridade. As localidades com maior proximidade geográfica apresentaram maior similaridade florística apenas nas análises com valores de abundância das espécies.

Palavras-chaves: Cerradão, diversidade e similaridade.

## **VEGETATION STRUCTURE OF A CERRADÃO, AND THE REGIONAL HETEROGENEITY OF THE CERRADO IN MARANHÃO, BRAZIL**

**ABSTRACT** – The structure of a Cerradão in northeastern Maranhão was evaluated aiming to contribute to the characterization of the vegetation heterogeneity in this state. The Point-Centered Quarter method was used for sampling 399 points in three parallel transects, systematically placed each 200m. The starting point of the first transect was randomized. The minimum inclusion criterion was 1 cm diameter at soil level. The 1596 sampled individuals represented 69 species and 32 families. *Plathymenia reticulata* (Candeia) was the species with the highest Importance Value Index (IVI), differing from other regions in the state. Diversity ( $H' = 3.31$ ) and equability ( $J = 0.78$ ) were high, and within the known range for Maranhão cerrados. The floristic comparison among seven cerrado areas in this state showed high heterogeneity and low similarity. The nearest areas showed the highest floristic similarity only in the analyses with species abundance values.

Keywords: Cerradão, diversity and similarity.

### **1. INTRODUÇÃO**

A heterogeneidade nas formações de Cerrado vem sendo observada em avaliações florísticas desde trabalhos pioneiros como o de Ratter e Dargie (1992) até os mais recentes como os de Felfili et al. (2004) e Balduino et al. (2005). Essa heterogeneidade também foi evidenciada em um mapeamento de unidades

ecológicas e de paisagem, baseado em variáveis ambientais e da vegetação (SILVA et al., 2006).

O trabalho mais abrangente foi o de Ratter et al. (2003), que compararam a composição florística de 376 áreas de Cerrado ao longo de sua distribuição no Brasil. Esses autores identificaram forte padrão fitogeográfico na distribuição das espécies e dividiram o Cerrado em

<sup>1</sup> Recebido em 16.02.2007 e aceito para publicação em 22.08.2008.

<sup>2</sup> Programa de Pós-Graduação em Biologia da Universidade Federal do Maranhão (UFMA). E-mail: <helisgomes@gmail.com>

<sup>3</sup> Departamento de Biologia da Universidade Federal do Maranhão (UFMA). E-mail: <nivaldo@elo.com.br>; <gandrade@ufma.br>.



seis províncias fitogeográficas distintas, em razão da similaridade florística, estando o Maranhão inserido na província norte-nordeste.

As análises mais regionais de similaridade florística vêm sugerindo distribuição espacial caracteristicamente agrupada das espécies, formando mosaicos vegetacionais (FELFILI e FELFILI, 2001; FELFILI et al., 1993; SILVA JUNIOR e FELFILI, 1996). Localmente, esses mosaicos também foram observados no Maranhão (FERREIRA, 1997; SILVA, 2004, 2006; FIGUEIREDO e ANDRADE, 2007).

No Maranhão também é esperado que haja grande heterogeneidade nas formações de Cerrado, por ser uma região ecotonal, com ocorrência de manchas de Caatinga na sua porção leste, vegetação amazônica na região oeste e campos inundáveis na região central, além das restingas e manguezais (IBGE, 1984). A vegetação de Cerrado corta o Estado, indo desde a Região Sul até a Nordeste, ocupando cerca de 40% da cobertura vegetal (IBGE, 1984) e entrando em contato com todos esses biomas. De fato, diferenças na composição florística e na estrutura da vegetação foram constatadas. Os Cerrados do planalto maranhense (região sul) e da região nordeste próxima ao litoral apresentam até o momento as maiores riquezas e diversidades (WALTER et al., 2000; QUEIROGA, 2001; SILVA, 2004; FIGUEIREDO e ANDRADE, 2007) quando comparados com os das regiões central-leste e oeste (SANAIOTTI, 1996; SOARES, 1996; FERREIRA, 1997).

A caracterização dessa heterogeneidade no Maranhão, através do conhecimento dos padrões de distribuição florístico e estrutural da vegetação de Cerrado, é fundamental para a elaboração de propostas que visam à sua preservação. No Brasil, a taxa anual de desmatamento no Cerrado é alarmante, chegando a três milhões de hectares/ano, sendo as principais pressões a expansão da fronteira agrícola, as queimadas e o crescimento não planejado das áreas urbanas (MACHADO et al., 2004). A exploração da madeira do Cerrado pode ainda representar elevada lucratividade (OLIVEIRA et al., 2002), o que reforça esse cenário bastante pessimista. No Maranhão, a situação não é diferente. As plantações de soja e eucalipto vêm ocupando áreas extensas de vegetação nativa, tornando-se cada vez mais agressivas.

Assim, este estudo fez uma análise da estrutura da vegetação arbustiva e arbórea de um Cerradão no nordeste do Maranhão, ampliando também o

levantamento da composição florística realizado por Silva (2004) em uma localidade próxima, contribuindo para a caracterização local. Em uma abordagem regional, compara a similaridade entre sete levantamentos realizados no Estado, buscando, assim, entender melhor o padrão florístico e estrutural encontrado nos Cerrados maranhenses e caracterizando, pela primeira vez, a heterogeneidade do Cerrado no Maranhão.

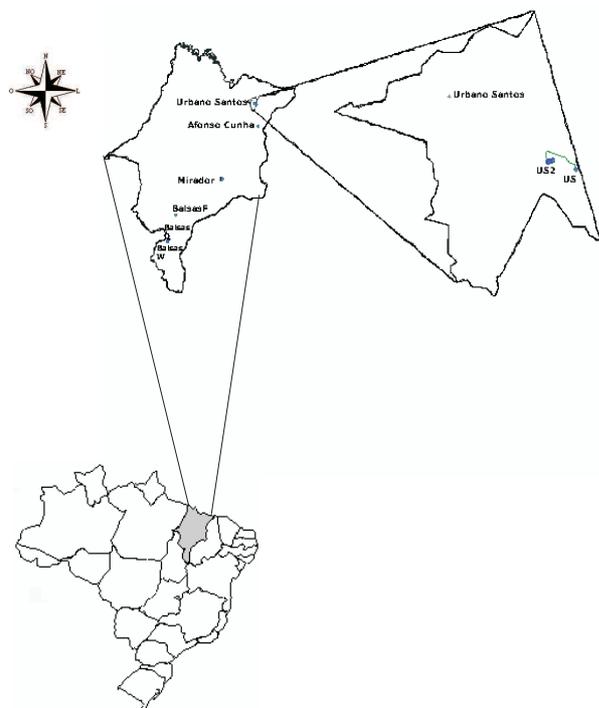
## 2. MATERIAL E MÉTODOS

A área amostrada (03° 19' S, 43° 12' W; ca. 40 m alt.) está localizada na Fazenda Bonfim (ca. 10.000 ha), Município de Urbano Santos, nordeste do Maranhão (Figura 1). A região, de relevo plano e suave com vegetação de Cerrado, é conhecida localmente como "Chapada", sendo a fisionomia predominante o Cerradão (IBGE, 1984; SILVA, 2004).

A amostragem da vegetação pelo método de Ponto Quadrante (COTTAM e CURTIS, 1956) ocorreu em três transectos paralelos, distribuídos sistematicamente a uma distância de 200 m, sendo sorteada a localização do primeiro transecto. Ao longo de cada transecto foram amostrados 133 pontos, alocados a cada 10 m. O critério de inclusão mínimo foi de 1 cm de Diâmetro ao Nível do Solo (DAS) ou quando a soma dos diâmetros das ramificações obedecesse ao critério mínimo estabelecido. Os indivíduos encontrados mortos, que ainda estavam em pé, foram considerados como uma única espécie e agrupados em uma única família. A área da amostragem foi estimada de acordo com Martins (1991).

Exsicatas dos indivíduos amostrados foram depositadas na coleção do Laboratório de Sistemática da Universidade Federal do Maranhão (LSUFMA série 3.615 –3.739). Foi adotado o sistema de classificação de Cronquist (1981) na apresentação dos táxons.

Os principais parâmetros fitossociológicos analisados, obtidos pelo *Software* Fitopac II (SHEPHERD, 1998), foram: densidade, frequência e dominância absolutas e relativas e, a partir desses, o Índice de Valor de Importância-IVI (MUELLER-DOMBOIS e ELLENBERG, 1974). Foram calculados os índices de diversidade de Shannon e Wiener ( $H'$ ), e a equabilidade Pielou ( $J'$ ) de acordo com Krebs (1989). A curva acumulativa do número médio de espécies pelo esforço amostral foi elaborada de acordo com Magurran (2004) e as estimativas do número de espécies (Jackknife de 1ª e 2ª ordem), de acordo com Krebs (1989).



**Figura 1** – Localização da área amostrada (US2) no Município de Urbano Santos, MA, e das outras localidades utilizadas na comparação da similaridade florística. US-Urbano Santos (SILVA, 2004), US<sub>2</sub>-Urbano Santos (este trabalho), Afonso Cunha (FERREIRA, 1997), Mirador (CONCEIÇÃO, 2000), BalsasF (FIGUEIREDO e ANDRADE, 2007), BalsasQ (QUEIROGA, 2001) e BalsasW (WALTER et al., 2000).

**Figure 1** – Localization of the surveyed area (US2) in the county of Urbano Santos - MA, and the other localities used for floristic similarity comparison. US-Urbano Santos (SILVA, 2004), US<sub>2</sub> - Urbano Santos (this work), Afonso Cunha (FERREIRA, 1997), Mirador (CONCEIÇÃO, 2000), BalsasF (FIGUEIREDO and ANDRADE, 2007); BalsasQ (QUEIROGA, 2001) e BalsasW (WALTER et al., 2000).

A comparação florística foi realizada entre Cerrados de sete localidades no Maranhão (Figura 1), com mais de 500 indivíduos amostrados e dados de abundância disponíveis, sendo duas na região nordeste, Município de Urbano Santos – US (SILVA, 2004) e US2 (este estudo); duas no centro-leste, Municípios de Afonso Cunha (FERREIRA, 1997) e Mirador (CONCEIÇÃO, 2000); e três no sul do Estado, Município de Balsas, sendo: – Balsas W (WALTER et al., 2000); Balsas Q – (QUEIROGA, 2001) e Balsas F (FIGUEIREDO e ANDRADE, 2007). Na montagem da matriz de dados, foram descartadas as espécies não identificadas (todos

os levantamentos) e os indivíduos com DAS abaixo de 3 cm (nos dois levantamentos no Município de Urbano Santos e em Balsas F). Nesses levantamentos que utilizaram critério mínimo de inclusão de 1 cm DAS, a maioria dos indivíduos não identificados correspondeu a essas espécies de pequeno porte (Quadro 1; SILVA, 2004; FIGUEIREDO e ANDRADE, 2007).

Na avaliação da similaridade, utilizou-se a Análise de Agrupamento (cluster aglomerativo e hierárquico) pelo método de média de grupos, sendo utilizado o Coeficiente de Similaridade de Sørensen (matriz de dados binários) e o Índice de Similaridade de Morisita-Horn (matriz de dados de abundância), de acordo com Krebs (1989). Testes de distorção entre as fusões, de probabilidade de ocorrência e de representatividade foram realizados em cada matriz derivada pelo cálculo do Coeficiente de Correlação Cofenética, através de reamostragens utilizando “Bootstrap” (N = 10.000, com reposição), e, ainda, plotando a matriz de dados originais em um diagrama de ordenação utilizando o método de Análise de Coordenadas Principais (LEGENDRE e LEGENDRE, 1998).

### 3. RESULTADOS E DISCUSSÃO

Foram amostrados 1.596 indivíduos, pertencentes a 69 espécies (Quadro 1), representando 53 gêneros e 32 famílias. Esse número de espécies está dentro da amplitude observada no Estado (33 a 144 espécies – Quadro 2), embora não haja homogeneidade no tamanho da amostra nos diferentes estudos. A área estimada da amostragem foi de 0,572 ha.

Das 69 espécies amostradas, 14 (20%) concentraram 75% dos indivíduos (Quadro 1). *Plathymenia reticulata* foi a espécie com mais indivíduos (217), seguida por *Ouratea hexasperma* (187) e *Stryphnodendron coriaceum* (114). Dezessete espécies (25%) ocorreram com apenas um indivíduo (espécies raras, localmente).

As quatro espécies com maior Índice de Valor de Importância (IVI), *P. reticulata*, *O. hexasperma*, *Qualea parviflora*, *S. coriaceum*, totalizaram 39,16% do IVI total (Quadro 1). Os 104 indivíduos mortos obtiveram a 5ª posição em valor de IVI. As espécies com os maiores valores de IVI (e mais abundantes) foram as mesmas encontradas em uma localidade próxima (SILVA, 2004), divergindo nas demais áreas de Cerrado no Maranhão (Quadro 2). Nesses levantamentos, as espécies predominantes (IVI) variam de um local para o outro, mostrando uma vegetação estruturalmente heterogênea ao longo de sua distribuição no Estado.

**Quadro 1** – Parâmetros fitossociológicos das espécies em um Cerradão na Fazenda Bonfim, Urbano Santos, MA, em ordem decrescente de indivíduos. N = número de indivíduos; IVI = Índice do Valor de Importância; Abs = absoluta; e Rel = relativa

**Table 1** – Phytosociological parameters of the species in the cerradão of Bonfim Farm, Urbano Santos, MA, in decreasing order of individuals. N-number of individuals; IVI = Importance Value Index; Abs = absolute; and Rel = relative

Espécie	N	IVI	Densidades		Frequência		Dominância	
			Abs.	Rel.	Abs.	Rel.	Abs.	Rel.
<i>Plathymenia reticulata</i> Benth.	217	37,7	377,9	13,6	40,8	11,8	1,9309	12,3
<i>Ouratea hexasperma</i> Oerst.	187	35,1	325,7	11,7	38,1	11,0	1,9322	12,3
<i>Stryphnodendron coriaceum</i> Benth.	114	21,8	198,5	7,14	24,8	7,12	1,1890	7,59
Morto	104	18,4	181,1	6,52	22,1	6,39	0,8627	5,51
<i>Byrsonima rotunda</i> Griseb.	89	16,6	155,0	5,58	20,3	5,88	0,8170	5,52
<i>Byrsonima umbellata</i> Mart.	81	15,4	141,1	5,08	18,0	5,23	0,8016	5,12
<i>Psidium myrsinites</i> DC.	77	12,9	134,1	4,82	17,1	4,94	0,5036	3,22
<i>Thiloa glaucocarpa</i> (Mart.) Eichler	65	8,77	113,2	4,07	15,3	4,43	0,0422	0,27
<i>Lafoensia pacari</i> Saint-Hilaire	53	8,29	92,3	3,32	11,5	3,34	0,2557	1,63
<i>Lecythis pisonis</i> Camb.	50	6,29	87,1	3,13	9,77	2,83	0,0511	0,33
Bignoniaceae sp1	48	5,80	83,6	3,01	9,02	2,61	0,0284	0,18
<i>Salvertia convallariodora</i> St-Hil.	43	9,69	74,9	2,69	8,52	2,47	0,7094	4,53
<i>Qualea parviflora</i> Mart.	38	22,7	66,2	2,38	9,27	2,69	2,7699	17,6
Chrysobalanaceae sp	33	4,13	57,5	2,07	6,27	1,82	0,0382	0,24
<i>Agonandra brasiliensis</i> Miers	28	4,92	48,8	1,75	6,77	1,96	0,1884	1,20
<i>Curatella americana</i> L.	24	9,04	41,8	1,50	6,02	1,74	0,9079	5,80
<i>Himathantus obovatus</i> (M. Arg.)R.E. Woodson	23	4,50	40,1	1,44	5,76	1,67	0,2172	1,39
<i>Caryocar brasiliense</i> Camb.	21	7,74	36,6	1,32	5,01	1,45	0,7788	4,97
<i>Guettarda angelica</i> Mart.	21	2,76	36,6	1,32	4,76	1,38	0,0099	0,06
<i>Cassia</i> sp	18	2,24	31,3	1,13	3,76	1,09	0,0042	0,03
<i>Casearia</i> sp1	17	2,37	29,6	1,07	4,01	1,16	0,0223	0,14
<i>Manihot maracasensis</i> Ule	17	2,41	29,6	1,07	4,01	1,16	0,0294	0,19
<i>Casearia</i> sp2	16	2,06	27,9	1,00	3,51	1,02	0,0063	0,04
<i>Dimorphandra gardneriana</i> Tul.	14	2,52	24,4	0,88	3,26	0,94	0,1094	0,70
<i>Hancornia speciosa</i> Gómez	14	3,56	24,4	0,88	3,51	1,02	0,2602	1,66
<i>Vatairea macrocarpa</i> (Benth.) Ducke	13	3,73	22,6	0,81	3,26	0,94	0,3090	1,97
<i>Anacardium microcarpum</i> Ducke	10	2,54	17,4	0,63	2,26	0,65	0,1978	1,26
Sapotaceae sp1	10	1,38	17,4	0,63	2,51	0,73	0,0038	0,02
<i>Erythroxylum</i> sp	10	1,64	17,4	0,63	2,51	0,73	0,0452	0,29
<i>Dalbergia violacea</i> (Vog.) Malme.	10	1,66	17,4	0,63	2,51	0,73	0,0479	0,31
<i>Parkia platicephala</i> Benth.	9	1,66	15,7	0,56	2,01	0,58	0,0812	0,52
<i>Bauhinia</i> sp2	9	1,25	15,7	0,56	2,26	0,65	0,0051	0,03
<i>Bauhinia</i> sp1	8	1,09	13,9	0,50	2,01	0,58	0,0019	0,01
<i>Tocoyena formosa</i> (Cham.&Schltdl.) K.Schum.	8	1,12	13,9	0,50	2,01	0,58	0,0055	0,04
<i>Bowdichia virgilioides</i> Kunth.	8	2,48	13,9	0,50	1,75	0,51	0,2307	1,47
<i>Connarus favosus</i> Planch.	7	0,98	12,2	0,44	1,75	0,51	0,0049	0,03
Rubiaceae sp	6	0,83	10,4	0,38	1,50	0,44	0,0023	0,01
<i>Cupania</i> sp	6	0,83	10,4	0,38	1,50	0,44	0,0023	0,01
<i>Davilla</i> sp	6	0,76	10,4	0,38	1,25	0,36	0,0028	0,02
<i>Annona crassifolia</i> Mart.	6	0,86	10,4	0,38	1,50	0,44	0,0071	0,05
<i>Pouteria reticulata</i> (Engl.) Eyma	5	0,63	8,7	0,31	1,00	0,29	0,0039	0,02
<i>Coccoloba</i> sp	4	0,55	7,0	0,25	1,00	0,29	0,0011	0,01
<i>Enterolobium contortisiliquum</i> (Vell.) Morong	4	0,55	7,0	0,25	1,00	0,29	0,0017	0,01
Leguminosae sp2	4	0,52	7,0	0,25	0,75	0,22	0,0083	0,05
Sapotaceae sp2	3	0,42	5,2	0,19	0,75	0,22	0,0022	0,01
<i>Swartzia flaemingii</i> Raddi	3	0,90	5,2	0,19	0,75	0,22	0,0769	0,49
<i>Byrsonima</i> sp1	3	0,37	5,2	0,19	0,50	0,15	0,0053	0,03

Continua ...  
Continued ...

Quadro 1 – Cont.

Table 1 – Cont.

Espécie	N	IVI	Densidades		Frequência		Dominância	
			Abs.	Rel.	Abs.	Rel.	Abs.	Rel.
<i>Acosmium dasycarpum</i> (Vog.) Yakovl.	3	0,42	5,2	0,19	0,75	0,22	0,0016	0,01
<i>Cybistax antisyphilitica</i> (Mart.) Mart.	3	0,35	5,2	0,19	0,50	0,15	0,0019	0,01
<i>Tabebuia aurea</i> (Manso) Benth. & Hook. ex Moore	3	0,82	5,2	0,19	0,75	0,22	0,0653	0,42
Myrtaceae sp2	2	0,27	3,5	0,13	0,50	0,15	0,0004	0,00
Indeterminada sp2	2	0,28	3,5	0,13	0,50	0,15	0,0014	0,01
Leguminosae sp1	2	0,28	3,5	0,13	0,50	0,15	0,0011	0,01
Indeterminada sp1	1	0,14	1,7	0,06	0,25	0,07	0,0004	0,00
<i>Hirtella hebeclada</i> Moric. ex DC.	1	0,14	1,7	0,06	0,25	0,07	0,0011	0,01
Myrtaceae sp1	1	0,14	1,7	0,06	0,25	0,07	0,0003	0,00
<i>Astronium fraxinifolium</i> Schott	1	0,14	1,7	0,06	0,25	0,07	0,0006	0,00
<i>Simarouba versicolor</i> St. Hill.	1	0,25	1,7	0,06	0,25	0,07	0,0180	0,11
Myrtaceae sp4	1	0,14	1,7	0,06	0,25	0,07	0,0003	0,00
<i>Byrsonima</i> sp2	1	0,16	1,7	0,06	0,25	0,07	0,0035	0,02
Myrtaceae sp3	1	0,14	1,7	0,06	0,25	0,07	0,0001	0,00
Myrtaceae sp5	1	0,14	1,7	0,06	0,25	0,07	0,0004	0,00
<i>Smilax</i> sp	1	0,14	1,7	0,06	0,25	0,07	0,0002	0,00
Indeterminada sp6	1	0,14	1,7	0,06	0,25	0,07	0,0003	0,00
<i>Vitex</i> sp	1	0,14	1,7	0,06	0,25	0,07	0,0002	0,00
Bignoniaceae sp2	1	0,14	1,7	0,06	0,25	0,07	0,0010	0,01
Indeterminada sp5	1	0,14	1,7	0,06	0,25	0,07	0,0002	0,00
Indeterminada sp4	1	0,14	1,7	0,06	0,25	0,07	0,0005	0,00
Indeterminada sp3	1	0,43	1,7	0,06	0,25	0,07	0,0466	0,03
Indeterminada sp7	1	0,14	1,7	0,06	0,25	0,07	0,0002	0,00
<b>Total</b>	1596	300	2779	100,00	345	100,00	15,7	100,00

**Quadro 2** – Comparação dos principais parâmetros fitossociológicos entre áreas de Cerrado no Estado do Maranhão: Met. = Método de Amostragem (Q-Quadrantes; P-Parcelas Múltiplas); C.I. = Critério de Inclusão – (Diâmetro ao Nível do Solo; \*1 m – Amostrado todo indivíduo  $\geq$  1m de altura); S = Número de espécies amostradas; N = número de indivíduos; F = número de famílias; H' = Índice de diversidade de Shannon; J' = índice de equabilidade de Pielou; e IVI = espécie com maior Índice do Valor de Importância

**Table 2** – Comparison of the main phytosociological parameters among the cerrado areas in Maranhão: Met. – Survey method (Q-Point Center Quarter; P-Multiple Plots); C.I.-Inclusion Criterion – (Diameter at soil level; \*1m – All individuals  $\geq$  1m height were surveyed); S – Surveyed species number; N – number of individuals; F – number of families; H' - Shannon Diversity Index; J' - Pielou equability Index; IVI – species with the highest Importance Value Index

Local	Met.	C.I. (cm)	S	N	F	Densidade (ha <sup>-1</sup> )	H'	J'	IVI	Referência
Urbano Santos-US2	Q	1	69	1596	32	2780	3,31	0,78	<i>Plathymenia reticulata</i>	Presente trabalho
Urbano Santos-US	Q	1	90	1596	34	6531	3,62	0,81	<i>Plathymenia reticulata</i>	Silva 2004
Afonso Cunha	P	3	33	796	19	1592	2,89	0,82	<i>Qualea parviflora</i>	Ferreira 1997
Mirador	P	3	81	2567	34	4278	3,21	0,73	<i>Sclerolobium paniculatum</i>	Conceição 2000
Balsas-W	P	3	62	2583	29	2081	3,43	-	<i>Hirtella ciliata</i>	Walter et al 2000
Balsas-Q	P	*1m	144	1834	36	7517	3,97	-	<i>Bauhinia holophylla</i>	Queiroga 2001
Balsas-F	Q	1	75	813	35	3315	3,67	0,85	<i>Rourea induta</i>	Figueiredo & Andrade 2007

Nenhuma espécie ocorreu em toda a área de amostragem, e 52 (74,3%) não atingiram 5% de Frequência Absoluta, evidenciando que as espécies apresentam distribuição restrita na área. *Plathymenia reticulata* e *O. hexasperma*, que se destacaram com as maiores frequências encontradas (Quadro 1), ocorreram apenas em cerca de 40% das amostras.

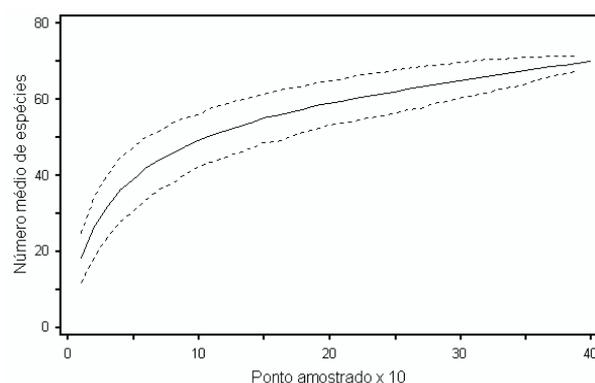
Os valores obtidos de riqueza ( $S=69$ ), diversidade ( $H' = 3,307$ ) e equabilidade ( $J = 0,778$ ) estão dentro da variação encontrada nos Cerrados do Maranhão (Quadro 2). Os estimadores de diversidade Jackknife de 1ª e 2ª ordens indicaram que 79% e 67% das espécies, respectivamente, foram amostradas. A não-assintotização da curva cumulativa de espécies pelo esforço amostral (Figura 2) é um reflexo da alta riqueza específica (elevada diversidade alfa) e da distribuição espacial das espécies restritas a pequenas porções no espaço (Baixa Frequência Absoluta), evidenciando-se que a área de Cerrado estudada apresenta alta diversidade  $\beta$ . A elevada diversidade  $\beta$  e a não-estabilização observada na curva são um indicativo de que o esforço amostral, que está acima do que vem sendo utilizado em trabalhos similares (OLIVEIRA e BATALHA, 2005; BORGES e SHEPHERD, 2005), deve ser aumentado. Alternativamente, a distribuição das amostras em áreas com grande número de espécies com distribuição espacial restrita deve ser reavaliada. Nesses casos, maior espaçamento entre os pontos amostrais pode ser mais eficiente (SILVA, 2006).

Os maiores valores de densidade e IVI para *Plathymenia reticulata* (espécie pioneira – POTT e POTT, 2003) são indicadores de que essa área se encontra sob forte pressão, provavelmente pela ocorrência das freqüentes e intensas queimadas que ocorrem na região, que favorecem as espécies de início de sucessão. O maior número de indivíduos mortos em relação aos dados obtidos por Silva em 2004 (6,51% e 2,95% dos indivíduos amostrados, respectivamente) em uma localidade próxima na Fazenda Bonfim também indica o aumento crescente de atividades que degradam e causam impacto na flora.

A comparação florística (presença/ausência de espécies) entre as áreas de Cerrado amostradas nas regiões sul, central e nordeste do Estado mostrou baixa similaridade, com algumas localidades isoladas, não formando grupos nítidos, exceto nas duas áreas em Urbano Santos (Figura 3a). A primeira fusão (duas localidades próximas em Urbano Santos) e a última

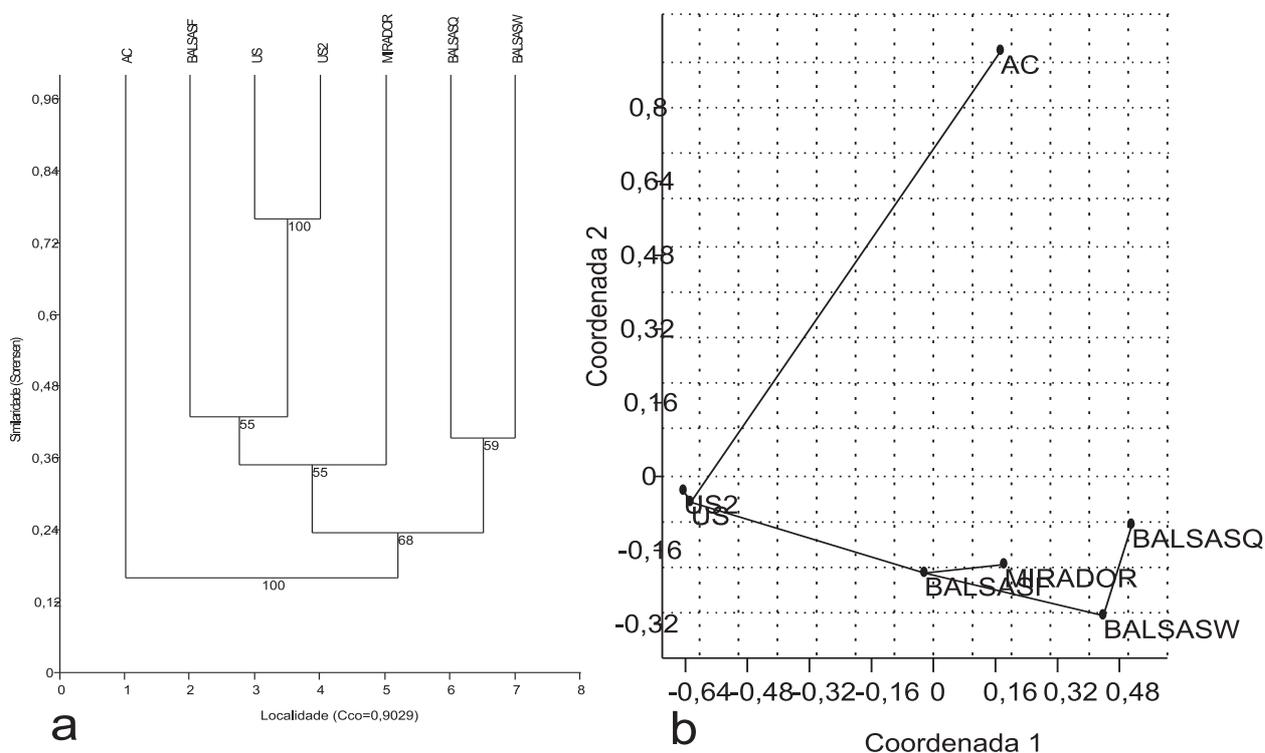
fusão isolando a vegetação de Afonso Cunha foram consistentes pelas estimativas do Bootstrap. A ocorrência da terceira fusão agrupando e da quinta isolando dois Cerrados no sul do Estado (Balsas W e Balsas Q) também são representativas, apresentando os demais agrupamentos maior instabilidade. O Índice de Correlação Cofenética (Figura 3a) mostrou baixa distorção entre a matriz original de dados e a gerada pela análise.

Na análise de Coordenadas Principais, os três primeiros autovetores explicaram 62% da variação observada: autovetor 1 = 1,317 (24,4%); autovetor 2 = 1,040 (19,3%); e autovetor 3 = 0,969 (18%). O diagrama gerado corrobora os resultados obtidos na análise de agrupamento, sobrepondo as áreas de Urbano Santos, isolando Afonso Cunha e indicando que os Cerrados do sul do Estado são bastante heterogêneos, com a vegetação de Balsas F exibindo uma composição florística divergente das outras duas áreas (Figura 3b). É interessante notar que por essa análise Balsas F encontra-se em uma posição intermediária entre as outras localidades de Balsas, situadas a ca. 10 e 100 km de distância, e as de Urbano Santos, distantes ca. de 600 km (Figura 1). Figueiredo e Andrade (2007) também constataram essa similaridade relativamente alta entre as localidades de Balsas e outras no nordeste do Maranhão. No entanto, Afonso Cunha, totalmente isolada, situa-se a apenas ca. 90 km de Urbano Santos. Portanto, fica evidenciada a elevada heterogeneidade florística do cerrado no Maranhão, não explicada somente pela distância geográfica (veja SILVA, 2006).



**Figura 2** – Curva do acúmulo de espécies em função do esforço amostral na Fazenda Bonfim, Urbano Santos, MA.

**Figure 2** – Species accumulation curve as a function of the sampling effort in Bonfim Farm, Urbano Santos, MA.



**Figura 3** – Comparação entre levantamentos em cerrados no Maranhão utilizando o Índice de Similaridade de Sorensen: Fig. 3a - Análise de agrupamento; Fig. 3b - Ordenação pela Análise de Coordenadas Principais; US-Urbano Santos (SILVA, 2004); US<sub>2</sub> - Urbano Santos (SILVA, 2006); BalsasW (WALTER et al., 2000); BalsasQ (QUEIROGA 2001); BalsasF (FIGUEIREDO e ANDRADE, 2007); AC - Afonso Cunha (FERREIRA, 1997); Mirador (CONCEIÇÃO, 2000). Cco = Coeficiente de Correlação Cofenética; e Valores entre clusters = probabilidade de ocorrência fornecida pelo Bootstrap.

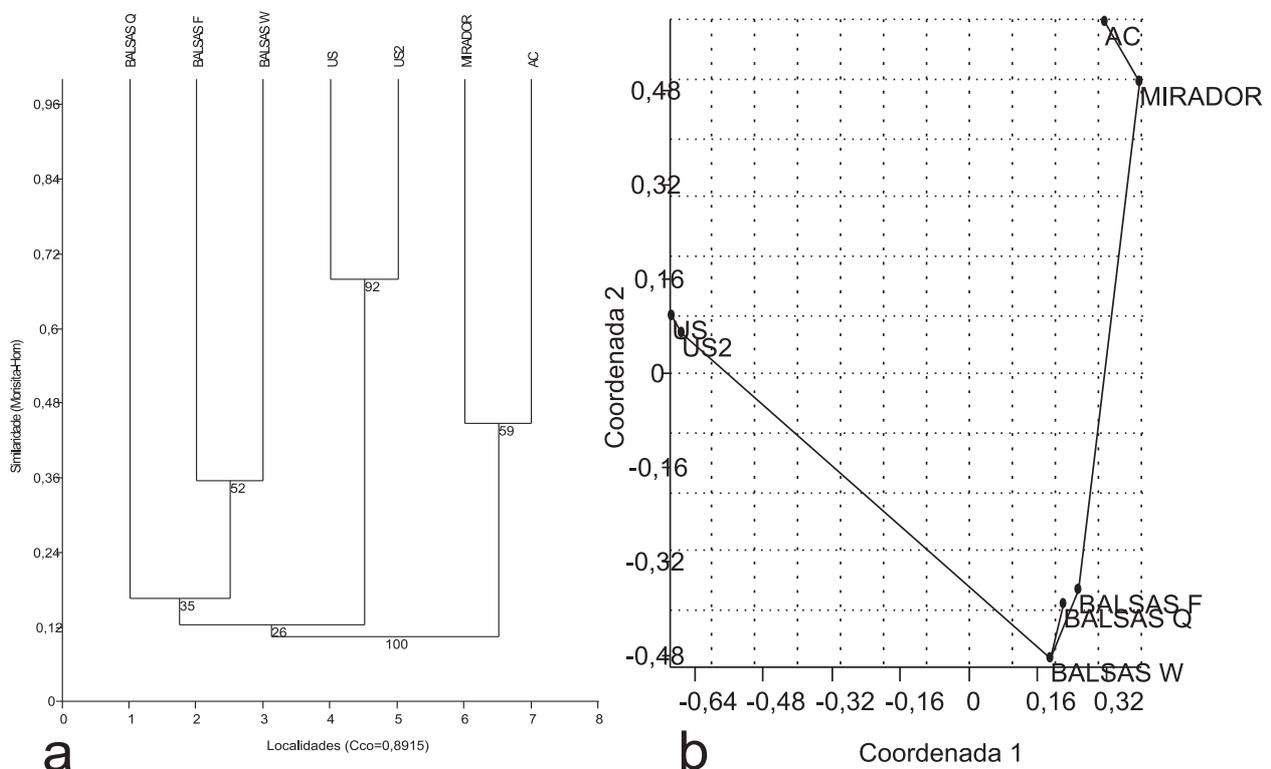
**Figure 3** – Comparison among cerrado surveys in the state of Maranhão by Sorensen Similarity Index: Fig. 3a Cluster Analysis; Fig. 3b - Ordination by Principal Coordinate Analysis; US-Urbano Santos (SILVA, 2004); US<sub>2</sub> - Urbano Santos (SILVA, 2006); BalsasW (WALTER et al., 2000); BalsasQ (QUEIROGA, 2001); BalsasF (FIGUEIREDO and ANDRADE, 2007); AC- Afonso Cunha (FERREIRA, 1997); Mirador (CONCEIÇÃO, 2000). Cco = Cophenetic Correlation Coefficient; and Values between clusters = probability of occurrence supplied by Bootstrap.

Essa similaridade florística relativamente alta entre localidades distantes (Balsas-F e Urbano Santos) pode estar relacionada aos padrões espaciais encontrados, com muitas espécies apresentando distribuição restrita. Maior diversidade  $\beta$  gera elevada heterogeneidade local e, como resultado, áreas distantes poderiam ser mais semelhantes do que áreas com maior proximidade (veja também SILVA, 2006 e FIGUEIREDO e ANDRADE, 2007).

O teste de similaridade de Morisita-Horn produziu resultado em parte similar àquele da análise florística, agrupando os Cerrados de Urbano Santos, isolando as formações de Afonso Cunha e Mirador e as do sul do Estado (Balsas). A primeira fusão entre as duas

áreas amostradas em Urbano Santos e a última com o isolamento do grupo Mirador – Afonso Cunha são consistentes pelas estimativas do Bootstrap. A segunda fusão, que agrupa os Cerrados de Mirador e Afonso Cunha, tem ainda boa probabilidade de ocorrência, sendo as demais fusões instáveis (Figura 4a). O Índice de Correlação Cofenética (Figura 4a) também apresentou baixa distorção entre a matriz original de dados e a gerada por essa análise.

Os valores de similaridade entre as áreas foram baixos, exceto em Urbano Santos (ca. 68% de similaridade). A similaridade foi maior, entretanto, entre áreas próximas geograficamente, como as duas de Urbano Santos ou as três de Balsas (Figuras 1, 4).



**Figura 4** – Comparação entre levantamentos de cerrados no Maranhão utilizando o Índice de Similaridade de Morisita-Horn: Fig. 4a - Análise de Agrupamento; Fig. 4b - Ordenação pela Análise de Coordenadas Principais; US-Urbano Santos (SILVA, 2004); US<sub>2</sub> - Urbano Santos (SILVA, 2006); BalsasW (WALTER et al., 2000); BalsasQ (QUEIROGA, 2001); BalsasF (FIGUEIREDO e ANDRADE, 2007); AC - Afonso Cunha (FERREIRA, 1997); Mirador (CONCEIÇÃO, 2000). Cco = Coeficiente de Correlação Cofenética; e Valores entre clusters = probabilidade de ocorrência fornecida pelo Bootstrap.

**Figure 4** – Comparison among the cerrado surveys in the state of Maranhão by Morisita-Horn Similarity Index: Fig. 4a - Cluster Analysis; Fig. 4b - Ordination by Principal Coordinate Analysis; US-Urbano Santos (SILVA, 2004); US<sub>2</sub> - Urbano Santos (SILVA, 2006); Balsas W (WALTER et al., 2000); BalsasQ (QUEIROGA, 2001); BalsasF (FIGUEIREDO and ANDRADE, 2007); AC - Afonso Cunha (FERREIRA, 1997); Mirador (CONCEIÇÃO, 2000). Cco = Cophenetic Correlation Coefficient; and Values between clusters = probability of occurrence supplied by Bootstrap.

Os três primeiros autovetores da análise de Coordenadas Principais explicaram 61% da variação observada: autovetor 1 = 1,338 (23,6%); autovetor 2 = 1,139 (20,1%); e autovetor 3 = 1,006 (17,7%). No diagrama da ordenação, observou-se que o primeiro eixo separa os Cerrados do sul do estado (Balsas) das formações da região nordeste (Urbano Santos), e o segundo eixo separa os Cerrados mais centrais (Mirador e Afonso Cunha), corroborando os resultados obtidos na análise de classificação (Figura 4).

As divergências entre as análises de similaridade provavelmente se devem ao fato de o Índice de Sørensen basear-se apenas na presença/ausência das espécies, ao passo que o de Morisita-Horn quantifica as diferenças

em termos de abundância de espécies, e, portanto, foi menos influenciado pela ocorrência das espécies raras localmente (espécies com apenas um indivíduo), caracterizando melhor a vegetação existente nas áreas.

A utilização de métodos de amostragem diferentes (parcelas e quadrantes) nos trabalhos avaliados e o diferente critério de inclusão utilizado em um deles (QUEIROGA, 2004) não devem ter influenciado o resultado dessas análises. Na comparação de 17 áreas florestais no Estado de São Paulo, Scudeller et al. (2001) mostraram que o método de amostragem utilizado não influenciou os resultados, e o critério de inclusão apresentou correlação fraca com as variações florísticas e estruturais.

#### 4. CONCLUSÃO

A heterogeneidade local e regional no Cerrado do Maranhão foi evidenciada, indicando a necessidade de aumento de áreas amostradas com metodologia semelhante e uma melhor caracterização taxonômica das áreas inventariadas para um conhecimento mais preciso da diversidade. Localmente, a alta diversidade  $\beta$  e a distribuição espacial da maioria das espécies restrita a pequenas porções do espaço atestam um padrão agregado da vegetação. Essas informações precisam ser consideradas na proposição de áreas mínimas para reservas e na definição de estratégias de conservação, especialmente nessa região em que ocorrerá a conversão de extensas áreas de Cerrado em plantação de soja e eucalipto.

#### 5. AGRADECIMENTOS

Aos doutores Jeanine M. Felfili e Carlos M. Ruiz, pelas críticas e sugestões; à Com. e Agr. Paineiras Ltda., pelo apoio logístico; ao Sr. José F. de Sousa (Zé Pesquisa); e ao graduando José Carlos Júnior Pereira, pelo apoio no campo; à Fundação de Amparo à Pesquisa do Estado do Maranhão – FAPEMA, pela bolsa de pós-doutorado concedida a N. Figueiredo e G. V. Andrade (Processo FAPEMA – 644/06).

#### 6. REFERÊNCIAS

- BALDUINO, A. P. C. et. al. Fitossociologia e análise comparativa da composição florística do Cerrado da flora de Paraopeba-MG. **Revista Árvore**, v.29, n.1, p. 25-34, 2005.
- BORGES, H. B. N. & SHEPHERD, G. J. Flora e estrutura do estrato lenhoso numa comunidade de Cerrado em Santo Antônio do Leverger, MT, Brasil. **Rev. bras. Bot.**, v.28, n.1, p.61-74, 2005.
- CONCEIÇÃO, G. M. **Florística e fitossociologia de uma área de cerrado marginal, Parque Estadual do Mirador, Mirador, Maranhão**. 2000. 148p. Dissertação (Mestrado em Biologia Vegetal) - Depto. de Botânica, Centro de Ciências Biológicas, Universidade Federal de Pernambuco, Recife-PE, 2000.
- COTTAM, G. & CURTIS, J. T. The use of distance, measures in phytosociological sampling. **Ecology**, v.37, n.3, p.451-460, 1956.
- CRONQUIST, A. **An integrated system of classification of flowering plants**. New York, USA: Columbia University, 1981.1262p.
- FELFILI, J.M. & FELFILI, C.M. Diversidade alfa e beta no cerrado *sensu stricto* da Chapada Pratinha, Brasil. **Acta Botânica Brasílica**, v.15, n.2, p. 243-254, 2001.
- FELFILI, J.M. et al. Análise comparativa da florística e fitossociologia da vegetação arbórea do cerrado *sensu stricto* da Chapada Pratinha Brasil. **Acta Botânica Brasílica**, v.6, n.2, p.27-46, 1993.
- FELFILI, J.M. et al. Diversity, floristic and structural patterns of cerrado vegetation in Central Brasil. **Plant Ecology**, v.175, n.1, p.37-46, 2004.
- FERREIRA, K. B. **Estudo fitossociológico em uma área de cerrado marginal no município de Afonso Cunha-MA**. 1997. 69p. Monografia (Graduação em Ciências Biológicas) - Depto. Biologia, Centro de Ciências Biológicas e da Saúde, Universidade Federal do Maranhão, São Luis-MA, 1997.
- FIGUEIREDO, N. & ANDRADE, G.V. Informações sobre a estrutura e composição florística da vegetação de um Cerradão na Chapada do Gado Bravo município de Balsas – MA. *In*: BARRETO, L. (Org.). **Cerrado Norte do Brasil**. Pelotas, RG: USEB, 2007. p.141-155.
- INSTITUTO BRASILEIRO DE GEOGRAFIA E ESTATÍSTICA. IBGE. **Atlas do estado do Maranhão**. Rio de Janeiro-RJ: Gráfica do Instituto Brasileiro de Geografia e Estatística, 1984. 104p.
- KREBS, C.J. **Ecological methodology**. New York, USA: Harper & Row publ., 1989. 654p.
- LEGENDRE, P. & LEGENDRE, L. **Numerical Ecology**. Serie: Developments in environmental modeling:20 – 2º edition. Amsterdam-NE: Elsevier Science, 1998. 853p.
- MACHADO, R.B. et al. 2004. **Estimativas de perda da área do Cerrado brasileiro**. Relatório técnico. Conservação Internacional, Brasília, DF. 2004. Disponível em: <<http://www.conservation.org.br/noticias/noticia.php?id=31>>. Acessado em 05.jan.2007.
- R. **Árvore**, Viçosa-MG, v.32, n.5, p.921-930, 2008

- MAGURRAN, A.E. **Measuring Biological Diversity**. Oxford, UK: Blackwell Science, 2004. 179p.
- MARTINS, F. R. **Estrutura de uma floresta mesófila**. Campinas: Editora da UNICAMP, 1991. 246 p.
- MUELLER-DOMBOIS, D. & ELLENBERG, H. **Aims and Methods of Vegetation Ecology**. New York-USA: John Wiley & Sons, 1974. 547p.
- OLIVEIRA, F. F. & BATALHA, M.A. Lognormal abundance distribution of woody species in a cerrado fragment (São Carlos, SW Brazil). **Rev. bras. Bot.**, v.28, n.1, p.39-45, 2005.
- OLIVEIRA, A. D. et al. Avaliação econômica da regeneração da vegetação de cerrado, sob diferentes regimes de manejo. **Revista Árvore**, v.26, n.6, p.715-726, 2002.
- POTT, A. & POTT, V.J. Espécies e fragmentos florestais em Mato Grosso do Sul. *In*: COSTA, R.B.(Org). **Fragmentações florestais e alternativas de desenvolvimento rural na região Centro-Oeste**. Campo Grande-MS: Ed. Univ. Católica Dom Bosco, 2003. p.26-52.
- QUEIROGA, J. **Florística e estrutura de bordas de fragmentos de cerrado em áreas de agricultura do Maranhão**. 2001. 76p. Dissertação (Mestrado em Agronomia) - Depto. de Agronomia, Universidade Estadual de Londrina, Londrina-PR. 2001.
- RATTER, J.A., BRIDGEWATER, S. & RIBEIRO, J.F. Analysis of the floristic composition of the Brazilian cerrado vegetation III: Comparison of the wood vegetation of 376 areas. **Edinburgh Journal of Botany**, v.60, n.1, p.57-109, 2003.
- RATTER, J.A. & DARGIE, T.C.D. An analysis of the floristic composition of 26 cerrado areas in Brazil. **Edinburgh Journal of Botany**, v.49, n.2, p.235-250, 1992.
- SANAIOTTI, T.M. **The woody flora and soils of seven Brazilian Amazonian dry savanna areas**. 1996, 145p. PhD (Thesis in Biological and Molecular Sciences) - University of Stirling, Scotland, UK. 1996.
- SCUDELLER, V.V.; MARTINS, F. R. & SHEPHERD, G. J. Distribution and abundance of arboreal species in the atlantic ombrophilous dense forest in Southeastern Brazil. **Plant Ecology**, v.152, n.2, p. 185-199, 2001.
- SHEPHERD, G. J. **Fitopac. Manual do usuário**. Campinas: Universidade Estadual de Campinas, 1998. 68p.
- SILVA, H.G. **Fitossociologia de um Cerradão na Fazenda Bonfim, Município de Urbano Santos-MA**. 2004, 36p. Monografia (Graduação em Ciências Biológicas) - Depto. Biologia, C.C.B.S., Universidade Federal do Maranhão, São Luis-MA, 2004.
- SILVA, H.G. **Estrutura da vegetação e padrões de diversidade de um Cerradão no nordeste do Maranhão**. 2006, 64p. Dissertação (Mestrado em Biodiversidade e Conservação) - Depto. Biologia, C.C.B.S., Universidade Federal do Maranhão, São Luis-MA, 2006.
- SILVA, J.F. et al. Spatial heterogeneity, land use and conservation in the cerrado region of Brazil. **Journal of Biogeography**, v.33, p.536-548, 2006.
- SILVA JR., M.C. & FELFILI, J.M. **A vegetação da Estação Ecológica de Águas Emendadas**. Brasília, DF: SEMATEC/IEMA, 1996. 35p.
- SOARES, Z.T. **Fitossociologia do estrato arbóreo em uma área de cerrado da Amazônia Oriental- Maranhão**. 1996, 187p. Monografia (Graduação em Ciências Biológicas) - Depto. de Biologia, Universidade Estadual do Maranhão, Imperatriz-MA, 1996.
- WALTER, B.M.T.; RIBEIRO, J.F. & GUARINO, E.S.G. **Dinâmica da comunidade lenhosa em reservas de cerrado sentido restrito adjacente à agricultura, Gerais de Balsas-MA: Estudos Ambientais no PRODECER III - Balsas, MA. 2000. Relatório Técnico Final**. Belém-PA: EMBRAPA, 2000, p.69-121.