

**DISTRIBUIÇÃO DAS ESPÉCIES ARBÓREAS E
ESTIMATIVA DA BIOMASSA AÉREA EM SAVANAS
FLORESTADAS, PANTANAL DA NHECOLÂNDIA,
ESTADO DO MATO GROSSO DO SUL**

SUZANA MARIA DE SALIS

**Tese apresentada ao Instituto de
Biociências da Universidade Estadual
Paulista “Júlio de Mesquita Filho”,
Campus de Rio Claro, para a obtenção
do título de Doutor em Ciências
Biológicas (Área de concentração:
Biologia Vegetal)**

**Rio Claro
Estado de São Paulo – Brasil
Março de 2004**

**DISTRIBUIÇÃO DAS ESPÉCIES ARBÓREAS E
ESTIMATIVA DA BIOMASSA AÉREA EM SAVANAS
FLORESTADAS, PANTANAL DA NHECOLÂNDIA,
ESTADO DO MATO GROSSO DO SUL**

SUZANA MARIA DE SALIS

Orientador: Prof. Dr. MARCO ANTONIO DE ASSIS

**Tese apresentada ao Instituto de
Biociências da Universidade Estadual
Paulista “Júlio de Mesquita Filho”,
Campus de Rio Claro, para a obtenção
do título de Doutor em Ciências
Biológicas (Área de concentração:
Biologia Vegetal)**

**Rio Claro
Estado de São Paulo – Brasil
Março de 2004**

AGRADECIMENTOS

Agradeço a todos, que de alguma forma contribuíram para realização deste trabalho. Com especial carinho, agradeço:

A meus filhos, Gubert e Jade, e ao meu marido Abel, por toda compreensão, paciência e apoio.

A minha mãe, Maria Aparecida, pelo apoio de avó, durante minhas viagens de coleta.

Ao meu orientador da UNESP – Rio Claro, Prof. Dr. Marco Antonio de Assis, por todo apoio, sugestões, compreensão e amizade, no decorrer deste trabalho.

A Embrapa Pantanal, pela liberação de minhas atividades, para que pudesse desenvolver este trabalho, e a Embrapa Sede, pela concessão da bolsa de estudos.

Ao Reinaldo Lourival, da Conservation Internacional, e ao pessoal da fazenda Rio Negro, pela acolhida e, em especial, ao mateiro Sr. Baiano pelo auxílio no trabalho de campo.

Aos proprietários Sr. José de Barros Netto (fazenda Campo Alto), Sra. Ivy Barros (fazenda Imaculada) e Sr. Abílio Leite de Barros (fazenda Rancharia) pela pronta acolhida nas coletas de campo.

A todos os colegas da Embrapa Pantanal, especialmente ao pessoal de apoio, Oslain, Admar, Maciel, Murilo, Geraldo, Airton, Américo, Haroldo, Denis e Moacir pelo apoio imprescindível, amizade e bom humor nas viagens de coleta. Ao Antonio pela organização e acondicionamento do material coletado. Ao Enede e ao Wibert pelo auxílio na pesagem do material.

As amigas e pesquisadoras da Embrapa, Sandra Mara A. Crispim e Patrícia P. Mattos, pelo incentivo de todas as horas, e auxílio nas coletas.

Ao Dr. Antonio Carlos S. Pião, professor da UNESP - Rio Claro, pelo apoio estatístico.

Ao Dr. José Carlos Casagrande, professor da UFSCAR, pelo auxílio nas interpretações e análises de solo.

Ao Prof. Marco Aurélio Fontes, que ministrou a disciplina de Análises Multivariadas, pelo auxílio nas dúvidas com as análises de PCA.

Ao amigo e pesquisador da Embrapa Pantanal, Guilherme Mourão, pelas sugestões e “socorro” no uso do Systat.

Ao colega Luiz Alberto Pellegrin, da Embrapa Pantanal, pelo auxílio na confecção da figura e estimativa das áreas.

À minha irmã Charlotte De Salis, engenheira agrônoma, pelos ensinamentos sobre nutrientes e agroecologia e ao meu irmão André Ulysses De Salis, historiador, pelas correções do português.

Aos amigos Agostinho e Alonso pela hospedagem em Rio Claro.

As secretárias Célia (Unesp) e Célia Regina (Embrapa) pelo atendimento sempre gentil.

A todos os colegas da pós-graduação, e em especial aos que tive mais contato, Camila, Denise Cavalcanti, Denise Braz, Fabrício, Fátima, Fred, Júlio, Paula, Ricardo, Rodrigo, Rose Mary, Valesca, Vitor, Voltolini, pelos momentos de aprendizado e companheirismo.

ÍNDICE

	Página
RELAÇÃO DE FIGURAS	vii
RELAÇÃO DE TABELAS	viii
RESUMO	1
ABSTRACT	2
INTRODUÇÃO GERAL	3
Referências bibliográficas.....	5
CAPÍTULO 1 - Distribuição e abundância de espécies em savanas florestadas no Pantanal Sul-Mato-grossense, Brasil.....	7
Introdução	7
Material e Métodos	8
Área de estudo.....	8
Metodologia	11
Resultados	12
Discussão	22
Referências bibliográficas	26
CAPÍTULO 2 – Equações de regressão para estimativa da biomassa em savana florestada no Pantanal Sul-Mato-grossense, Brasil	31
Introdução	31
Material e Métodos	32
Área de estudo	32
Espécies estudadas	33
Metodologia	35
Resultados	36
Discussão	42
Referências bibliográficas	44
CAPÍTULO 3 – Fitossociologia e fitomassa de uma savana florestada no Pantanal Sul-Mato-grossense, Brasil	47
Introdução	47
Material e Métodos	49
Área de estudo	49

Metodologia	49
Resultados e Discussão	51
Referências bibliográficas	56
CONSIDERAÇÕES FINAIS	60
APÊNDICE	61

RELAÇÃO DE FIGURAS

Página

CAPÍTULO 1

- Figura 1. Localização dos cerradões no Pantanal da Nhecolândia (área assinalada) e principais rios da região 10
- Figura 2. Diagrama de ordenação dos cerradões produzido pela análise de componentes principais (PCA), baseada em seis parâmetros do solo (0-20 cm) dos seis cerradões do Pantanal da Nhecolândia, MS 19
- Figura 3. Diagrama de ordenação dos cerradões produzido pela análise de componentes principais (PCA), baseada na presença/ausência de 49 espécies nos seis cerradões do Pantanal da Nhecolândia, MS 20
- Figura 4. Diagrama de ordenação dos cerradões produzido pela análise de componentes principais (PCA), baseada na distribuição das 36 espécies mais abundantes nos seis cerradões do Pantanal da Nhecolândia, MS.. 21

CAPÍTULO 2

- Figura 1. Regressões lineares (log-log) com intervalo de confiança de 95%, para as espécies amostradas no cerradão da fazenda Rio Negro, Pantanal da Nhecolândia, MS 39
- Figura 2. Regressões lineares (log-log) para estimativa do volume de madeira do fuste para as espécies amostradas no cerradão da fazenda Rio Negro, Pantanal da Nhecolândia, MS 40
- Figura 3. Biomassa total (peso seco) pela equação alométrica ($Y=a X^b$) para todas as espécies estudadas no cerradão da fazenda Rio Negro, Pantanal da Nhecolândia, MS 41

RELAÇÃO DE TABELAS

Página

CAPÍTULO 1

- Tabela 1. Dados sobre os cerradões amostrados no Pantanal da Nhecolândia, Estado do Mato Grosso do Sul, com indicações de área dos fragmentos, número de espécies amostradas, número de indivíduos e de espécies indicadoras de solo eutrófico, espécies mais abundantes, densidade total, distância média entre árvores, área basal, índice de diversidade de Shannon e valor de equabilidade 13
- Tabela 2. Espécies amostradas nos seis cerradões do Pantanal da Nhecolândia, Mato Grosso do Sul, segundo as respectivas família e abundância nas áreas de ocorrência 14
- Tabela 3. Análise química da camada de 0-20 cm do solo dos seis cerradões do Pantanal da Nhecolândia, MS 17

CAPÍTULO 2

- Tabela 1. Valores obtidos por equações de regressão linear e não linear para estimativa do volume e da biomassa total, do tronco, dos galhos e das folhas para árvores do Pantanal da Nhecolândia, MS 38
- Tabela 2. Proporção de biomassa dos componentes das árvores nas classes de diâmetro do tronco para as espécies estudadas do cerradão da fazenda Rio Negro, Pantanal da Nhecolândia, MS 42

CAPÍTULO 3

- Tabela 1. Espécies amostradas no dossel do cerradão da fazenda Rio Negro, Pantanal da Nhecolândia, MS 51
- Tabela 2. Espécies amostradas no sub-bosque do cerradão da fazenda Rio Negro, Pantanal d Nhecolândia, MS 52
- Tabela 3. Biomassa aérea estimada, em tonelada/hectare (t/ha), para o cerradão da fazenda Rio Negro, Pantanal da Nhecolândia, MS 54
- Tabela 4. Valores médios do teor de água em porcentagem do peso fresco, para as espécies estudadas no cerradão da fazenda Rio Negro, Pantanal da Nhecolândia, MS 55

Tabela 5. Volume de madeira estimado com casca dos troncos das árvores do
cerradão da fazenda Rio Negro, Pantanal da Nhecolândia, MS 56

RESUMO

Este trabalho teve como objetivos estudar a abundância e distribuição das espécies arbóreas em áreas de savana florestada (cerradão) do Pantanal Sul Mato-grossense, e estimar a biomassa aérea, para subsidiar a conservação e o uso dos recursos naturais da região. Foram estudadas seis áreas de cerradão (sub-região da Nhecolândia), por meio de 30 quadrantes, totalizando 120 árvores amostradas, com circunferência a altura do peito (CAP) = 15 cm, em cada área. As comparações florísticas, de abundância e de fertilidade do solo, foram efetuadas por análises de componentes principais (PCA). As áreas se mostraram heterogêneas, apresentando diferentes níveis de fertilidade do solo, estrutura e composição da vegetação. Dois cerradões foram agrupados em termos de solo e de vegetação, apresentando muitas árvores de *Qualea grandiflora*, espécie que, parece preferir solos com maiores teores de fósforo. Outros dois cerradões apresentaram vegetação mais semelhante que os demais, apesar de ocorrerem em solos com diferentes níveis de fertilidade, provavelmente em função da interferência antrópica. A biomassa do estrato herbáceo foi obtida pelo corte das plantas, ao nível do solo, em uma área de 30 m². A biomassa aérea das espécies arbóreas do cerradão foi estimada por equações de regressão. Foram amostrados 10 indivíduos representantes das cinco espécies arbóreas mais abundantes nesse cerradão (*Protium heptaphyllum*, *Magonia pubescens*, *Diptychandra aurantiaca*, *Licania minutiflora* e *Terminalia argentea*). Para as demais espécies arbóreas apenas um exemplar foi amostrado e a análise ocorreu em grupo com 11 espécies amostradas. As análises de regressão linear e não-linear foram feitas relacionando-se o peso seco do tronco, dos galhos, das folhas, da biomassa total e do volume do tronco com o diâmetro a altura do peito (DAP). As regressões lineares foram realizadas com os valores transformados em logaritmo. Todas regressões apresentaram significância de $P < 0,05$ e r^2 próximo ou superior a 0,8. Para a maioria das análises a regressão linear apresentou curva de predição da biomassa semelhante à obtida por regressão não-linear, exceto para *Licania minutiflora* e para o grupo de 11 espécies. O DAP apresentou ótimos resultados tanto nas regressões lineares como nas não lineares para a estimativa da biomassa e do volume das árvores estudadas. A fitomassa aérea total para o cerradão foi de 198,6 t/ha, sendo que o dossel contribuiu com 196 t/ha, o sub-bosque com 2,6 t/ha e as herbáceas com 0,4 t/ha. O volume de madeira estimado para as árvores com CAP = 15 cm foi de 123,95 m³/ha.

ABSTRACT

This study investigated the abundance and the distribution of species in six areas of woodland savanna (cerradão) in Southern Pantanal wetlands (Mato Grosso do Sul State, Brazil), related these with soil fertility and estimated the aerial biomass of one of those areas. The survey was accomplished by means of 30 point-centred quarters in each area, totaling 120 trees sampled with the circumference at breast height (CBH) = 15 cm. Comparisons of floristic, abundance and fertility of the soil were carried out by the principal components (PCA) analysis. Cerradões proved to be very heterogeneous, presenting different levels of soil fertility as well vegetation structure and composition. Two of them were enclosed concerning to the similarity of soil and vegetation, since those have presented large stands of the tree *Qualea grandiflora*, species that, seemingly, prefers soil with larger phosphorous quantity. Two other areas of cerradões showed similar vegetation, despite being in areas where the soil presented different levels of fertility, pointing out the human disturbance. The total aerial biomass of the cerradão was estimated by regression equations developed for 16 trees species. 10 individuals of the five more abundant species in that cerradão (*Protium heptaphyllum*, *Magonia pubescens*, *Diptychandra aurantiaca*, *Licania minutiflora* and *Terminalia argentea*) were cut. Just one individual was cut, and the analysis happened as a pool, with 11 species. The linear and no-linear regression analyses were made concerning the dry weight of the log, branches and leaves, besides the total biomass and the volume of the log with the diameter at breast height (DBH). The linear regressions were accomplished with the values transformed in logarithm. All the regression analyses showed significant differences ($P < 0.05$ and r^2 close or superior to 0.8). For the majority of the species the linear regression presented the biomass prediction curve similar to those obtained for no-linear regression, except for *Licania minutiflora* and for the group of 11 species. The DBH presented good results so much in the linear regressions as in the no-linear for the estimation of the biomass and volume of the studied trees. The biomass of the herbaceous stratum was obtained by cutting the plants, at the soil level, in a 30 m² area. The total aerial biomass for the cerradão was of 198.6 t/ha, being the canopy component contributed with 196 t/ha, the undergrowth with 2.6 t/ha and herbaceous with 0.4 t/ha. The predictable wood volume for the trees with DBH = 15 cm was 123.95 m³/ha.

INTRODUÇÃO GERAL

O Pantanal é uma planície inundável, com cerca de 140.000 km², onde a principal atividade econômica é a criação extensiva de gado bovino. Esta atividade utiliza os recursos vegetais da região, como a pastagem nativa para a alimentação do rebanho e a madeira para a construção de currais, galpões e cercas. Apesar da grande importância desses recursos para a região, existem poucas informações para embasar a conservação e o uso sustentável das áreas florestadas do Pantanal.

O Pantanal, segundo ADÂMOLI (1982), HAMILTON et al. (1996), SILVA & ABDON (1998), possui várias sub-regiões ou pantanais que apresentam diferentes características de solo, vegetação, inundação e geopolítica. HAMILTON et al. (1996) consideram 10 sub-regiões diferenciadas pelo padrão de inundação: Corixo Grande, Cuiabá, Piquiri, Paraguai, Leque do Taquari, Rio Taquari, Nhecolândia, Aquidauana, Miranda e Nabileque.

As primeiras informações sobre a flora do Pantanal foram colhidas no final do século XIX por naturalistas estrangeiros, como MOORE (1895) e MALME (1905), que trataram apenas as espécies de algumas famílias (Leguminosae e Vochysiaceae). Os primeiros estudos sobre a estrutura e composição das formações arbóreas da região, foram realizados a partir da década de 80. Na sub-região ou Pantanal do Paraguai, destacam-se os trabalhos de PRANCE & SCHALLER (1982) e DAMASCENO JÚNIOR (1997) em cerrado, florestas, e matas ciliares. No Pantanal de Cuiabá, NASCIMENTO & CUNHA (1989) estudaram a estrutura e composição de um cambarazal, enquanto CUNHA (1990) levantou áreas de cerrado, cerradão e matas.

No Pantanal da Nhecolândia têm-se estudos fitossociológicos em cerradões e matas semidecíduas realizados por RATTER et al. (1988), DUBS (1992), POTT et al. (1997), SOARES (1997) e SALIS (2000). No Pantanal de Miranda, três paratudaís foram levantados por OLIVEIRA (1993). Na sub-região do Leque do Taquari, uma área de cerrado e outra de cerradão foram estudadas por SALIS et al. (1999). Não foram encontrados trabalhos publicados sobre a estrutura das formações arbóreas para os Pantanais Corixo Grande, Piquiri, Rio Taquari, Aquidauana e Nabileque. Para alguns desses Pantanais existem algumas informações sobre a composição florística das

formações arbóreas nos trabalhos de GUARIM NETO (1991), POTT & POTT (1994), POTT et al. (1997) e DAMASCENO JÚNIOR et al. (1999).

Em relação a estudos sobre estimativa de biomassa e crescimento arbóreo na região têm-se os trabalhos de HAASE & HAASE (1995) e de MATTOS (1999). HAASE & HAASE (1995) desenvolveram equações de regressão para cinco espécies muito frequentes no Pantanal de Cuiabá e MATTOS (1999) estimou o incremento anual em árvores do Pantanal da Nhecolândia.

O conhecimento sobre a composição florística, estrutura e biomassa das formações arbóreas do Pantanal está restrito a trabalhos pontuais, realizados principalmente nos Pantanaís de Cuiabá e Nhecolândia, localizados próximos às cidades de Cuiabá e Corumbá, e ao longo das estradas Transpantaneiras MT 060, MS 184 e MS 228.

Diante deste quadro de carência de informações, a presente tese foi desenvolvida para contribuir com a conservação e o uso sustentável das áreas florestadas do Pantanal, principalmente, com o fornecimento de dados sobre a fitomassa arbórea de um cerradão, tema pouco estudado para região. Além disso, os dados sobre distribuição e abundância das árvores, vêm somar às informações já existentes sobre a vegetação na região.

Os objetivos específicos deste trabalho foram estudar a abundância e a distribuição das espécies arbóreas em seis áreas de savana florestada (cerradão) no Pantanal Sul Mato-grossense (sub-região da Nhecolândia), relacionando-as com a fertilidade do solo; e estimar a fitomassa aérea de um desses cerradões.

A tese foi escrita na forma de capítulos. Os capítulos apresentam uma relação entre si, mas ao mesmo tempo são independentes sendo apresentados na forma de artigo científico. Por estarem escritos como artigo científico, alguns itens se repetem nos diferentes capítulos, como por exemplo, a descrição da área de estudo e alguns aspectos da metodologia.

O primeiro capítulo tratou da distribuição e da abundância das espécies arbóreas em seis cerradões no Pantanal da Nhecolândia. No segundo capítulo, foram desenvolvidas, para as espécies mais abundantes do cerradão Rio Negro, as equações de regressão para estimativa da fitomassa aérea e volume de madeira. E finalmente, no terceiro capítulo, utilizando-se as equações desenvolvidas, estimou-se a biomassa aérea e o volume de madeira para o cerradão Rio Negro.

No Apêndice são apresentadas fotos do trabalho de campo. Nos capítulos essas fotos estão indicadas como “figuras do Apêndice”.

Referências Bibliográficas

- ADÂMOLI, J. 1982. O Pantanal e suas relações fitogeográficas com os cerrados: discussão sobre o conceito de “Complexo do Pantanal”. In Anais do XXXII Congresso Nacional de Botânica, Universidade Federal do Piauí, Teresina, p.109-119.
- CUNHA, C.N. 1990. Estudo florístico e fitofisionômico das principais formações arbóreas do Pantanal de Poconé, Mato Grosso. Tese de mestrado, Universidade Estadual de Campinas, Campinas.
- DAMASCENO JÚNIOR, G.A. 1997. Estudo florístico e fitossociológico de um trecho de mata ciliar do Rio Paraguai, Pantanal, MS e suas relações com o regime de inundação. Tese de mestrado. Universidade Estadual de Campinas, Campinas.
- DAMASCENO JÚNIOR, G., BEZERRA, M.A.O., BORTOLOTTI, I.M. & POTT, A. 1999. Aspectos florísticos e fito-fisionômicos dos capões do Pantanal do Abobral. In Anais do II Simpósio sobre Recursos Naturais e Sócio-econômicos do Pantanal (M. Dantas, J.B. Catto & E.K. Resende, coords.). Embrapa Pantanal, Corumbá, p.204-214.
- DUBS, B. 1992. Observations on the differentiation of woodland and wet savanna habitats in the Pantanal of Mato Grosso, Brazil. In Nature and dynamics of forest-savanna boundaries (P.A. Furley, J. Proctor & Ratter, J.A, eds.). Chapman & Hall, London, p.431-449.
- GUARIM NETO, G. 1991. Plantas do Brasil – Angiospermas do Estado de Mato Grosso – Pantanal. Acta Botânica Brasílica 5:25-47.
- HAASE, R. & HAASE, P. 1995. Above-ground biomass estimates for invasive trees and shrubs in the Pantanal of Mato Grosso, Brazil. Forest Ecology Management 73:29-35.
- HAMILTON, S.K., SIPPEL, S.J. & MELACK, J.M. 1996. Inundation patterns in the Pantanal wetland of South America determined from passive microwave remote sensing. Archives of Hydrobiology 137:1-23.
- MATTOS, P.P. 1999. Identificação de anéis anuais de crescimento e estimativa de idade de incremento anual em diâmetro de espécies nativas do Pantanal da Nhecolândia, MS. Tese de doutorado. Universidade Federal do Paraná, Curitiba.

- MALME, G.O.A.N. 1905. Die Vochysiaceen Matto Grosso. Arkiv för Botanik 5:1-12.
- MOORE, S.M. 1895. The phanerogamic botany of the Mato Grosso expedition 1891-1892. Transactions of the Linnean Society of London. Series Botany 4:265-516.
- NASCIMENTO, M.T. & CUNHA, C.N. 1989. Estrutura e composição florística de um cambarazal no Pantanal de Poconé, MT. Acta Botânica Brasílica 3:3-23.
- OLIVEIRA, A.K.M. 1993. Alguns aspectos de estrutura e comparação entre três paratudais no Pantanal de Miranda, MS. Tese de mestrado, Universidade Federal de São Carlos, São Carlos.
- PRANCE, G.T. & SCHALLER, G.B. 1982. Preliminary study of some vegetation types of the Pantanal, Mato Grosso, Brazil. Brittonia 34:228-251.
- POTT, A. & POTT, V.J. 1994. Plantas do Pantanal. Embrapa - CPAP e Embrapa - SPI, Brasília. 320p.
- POTT, A., SILVA, J.S.V., ABDON, M.M., POTT, V.J., RODRIGUES, L.M., SALIS, S.M. & HATSCHBACH, G.G. 1997. Vegetação. In Brasil. Ministério do Meio Ambiente, dos Recursos Hídricos e da Amazônia Legal. Plano de conservação da bacia do alto Paraguai (Pantanal) – PCBAP. Diagnóstico dos meios físico e biótico. MMA/ SEMAM/ PNMA, Brasília, v.2, p.3-179.
- RATTER, J.A., POTT, A., POTT, V.J., CUNHA, C.N. & HARIDASSAN, M. 1988. Observations on woody vegetation types in the Pantanal and around Corumbá. Notes from the Royal Botanic Garden Edinburgh 45:503-525.
- SALIS, S.M. 2000. Fitossociologia da vegetação arbórea no entorno de uma lagoa no Pantanal Mato-Grossense, Brasil. Naturalia 25:225-241.
- SALIS, S.M., POTT, V.J. & POTT, A. 1999. Fitossociologia de formações arbóreas da bacia do alto Paraguai. In Anais do II Simpósio sobre Recursos Naturais e Sócio-econômicos do Pantanal (M. Dantas, J.B. Catto & E.K. Resende, coords.). Embrapa Pantanal, Corumbá, p.357-374.
- SILVA, J.S.V. & ABDON, M.M. 1998. Delimitação do Pantanal brasileiro e suas sub-regiões. Pesquisa Agropecuária Brasileira 33:1703-1711.
- SOARES, C.R.A. 1997. Estrutura e composição florística de duas comunidades vegetais sob diferentes condições de manejo, Pantanal da Nhecolândia, MS. Tese de mestrado, Universidade Federal do Mato Grosso, Cuiabá.

DISTRIBUIÇÃO E ABUNDÂNCIA DE ESPÉCIES ARBÓREAS EM SAVANAS FLORESTADAS NO PANTANAL SUL MATOGROSSENSE, BRASIL

Introdução

O Pantanal, planície inundável com cerca de 140.000 km², vem sendo ocupado há mais de 200 anos para a criação extensiva de gado bovino. Esta atividade econômica utiliza os recursos naturais da região; a pastagem nativa para a alimentação do rebanho e a madeira das árvores nativas para a construção de cercas, currais e galpões. Apesar da grande importância desses recursos vegetais para a região, existem poucas informações para embasar sua conservação e uso sustentável.

As primeiras informações sobre a flora da região foram colhidas no final do século XIX por naturalistas estrangeiros, como MOORE (1895) e MALME (1905, 1931), que trataram sob aspectos taxonômicos as espécies de algumas famílias (Leguminosae e Vochysiaceae). Posteriormente, VELOSO (1947) relacionou os tipos de vegetação com a inundação e a sua composição de espécies. POTT et al. (1986), GUARIM NETO (1991), POTT et al. (1997) elaboraram listagens das espécies ocorrentes no Pantanal e DAMASCENO JÚNIOR et al. (1999) estudaram a composição florística dos capões do Pantanal do Abobral.

Quanto aos aspectos fitossociológicos, os trabalhos pioneiros no Pantanal foram realizados por PRANCE & SCHALLER (1982), RATTER et al. (1988b), NASCIMENTO & CUNHA (1989) e CUNHA (1990) em florestas, cerrados e cerradões. Posteriormente, DUBS (1992), SOARES (1997), SALIS et al. (1999) e SALIS (2000) realizaram estudos de estrutura em savanas e florestas no Pantanal da Nhecolândia no Estado do Mato Grosso do Sul e CUNHA & JUNK (1999) no Pantanal de Poconé no Estado do Mato Grosso.

Com relação à distribuição das espécies do Cerrado, na região do Pantanal, têm-se uma flora característica e diferenciada dos biomas adjacentes, embora muitas fisionomias do Cerrado compartilhem espécies com outros biomas (PRADO & GIBBS 1993 e OLIVEIRA FILHO & RATTER 1995). Espécies de florestas decíduas e

semidecíduas ocorrem em manchas de solo de média a alta fertilidade nas fisionomias do Cerrado e tendem a se distribuir principalmente ao longo de um arco nordeste-sudoeste que conecta as caatingas às fronteiras do chaco (OLIVEIRA FILHO & RATTER 1995).

Trabalhos mais recentes conduzidos por RATTER & DARGIE (1992), RATTER et al. (1996) e CASTRO et al. (1999) têm estudado os padrões de distribuição da vegetação dos cerrados brasileiros por comparações de um grande número de levantamentos florísticos usando técnicas de análise multivariada. RATTER et al. (1996) no estudo comparativo entre 98 áreas de cerrado, observaram um forte padrão geográfico na distribuição da flora, reconhecendo seis grupos florísticos diferentes: sudeste, composto pelo cerrados do Estado de São Paulo e sul de Minas Gerais; sudoeste (cerrados de Minas Gerais); centro (Distrito Federal, Goiás e parte de Minas Gerais); centro-oeste (Mato Grosso, Mato Grosso do Sul e parte de Goiás); nordeste (Maranhão, Tocantins e Pará) e um grupo disjunto, composto pelas savanas amazônicas.

Este estudo teve como objetivo avaliar e comparar a abundância e a distribuição das espécies arbóreas em seis áreas de savana florestada (cerradão) no Pantanal da Nhecolândia, Mato Grosso do Sul, relacionando-as com a fertilidade do solo, visando reconhecer os padrões de distribuição das espécies.

Considerando que os cerradões aqui estudados localizam-se todos no Pantanal da Nhecolândia, Estado de Mato Grosso do Sul, espera-se que apresentem uma semelhança florística entre si, por fazerem parte de um dos grupos com forte afinidade florística mencionados por RATTER et al. (1996).

Material e Métodos

Área de estudo

Os cerradões estudados estão situados no Pantanal da Nhecolândia, segundo a definição de HAMILTON et al. (1996), caracterizado por numerosas lagoas (baías e salinas) que são separadas por cordilheiras (paleodiques aluviais), cobertos por mata semidecídua, cerradão ou cerrado (RATTER et al. 1988b).

O clima da região é do tipo Aw, segundo o sistema de Köppen, ou seja, tropical megatérmico, com a temperatura média do mês mais frio superior a 18 °C, com inverno seco e chuvas no verão. As médias anuais de precipitação e temperatura, no período de 1977-1995, foram 1.182,7 mm e 25,5 °C, respectivamente (SORIANO 1999). A maior precipitação média ocorre em janeiro, com 216,8 mm e a menor, em julho, com 19,7 mm (SORIANO 2002). As temperaturas máximas absolutas podem chegar a 40 °C nos meses de outubro a janeiro, e as mínimas, próximas a 0 °C, em junho e julho (EMBRAPA 1997). A região pode apresentar deficiência hídrica anual superior a 300 mm, principalmente nos meses de agosto a outubro (SORIANO 1999).

O relevo é plano, com altitude aproximada de 90 m acima do nível do mar (RATTER et al. 1988b). Os solos pertencem, predominantemente, ao grupo dos Podzóis Hidromórficos, com textura francamente arenosa, que em condições naturais, geralmente apresentam grandes restrições de fertilidade para manejo agro-pastoril intensivo (CUNHA 1985).

As seis áreas de cerradão estudadas localizam-se em cinco fazendas do Pantanal da Nhecolândia (figura 1). O primeiro cerradão, Caron, está situado na fazenda Campo Alto (19°00' S, 56°04' W); Nhumirim, o segundo, na fazenda Nhumirim de propriedade da Embrapa Pantanal (18°59' S, 56°38' W); Capivari e Zequinha, o terceiro e o quarto cerradões, respectivamente, estão na fazenda Rancharia (18°33' S, 55°48' W e 18°36' S, 55°48' W). O quinto cerradão, Imaculada, está na fazenda Imaculada (18°52' S, 55°51' W) e o sexto, Rio Negro, na fazenda Rio Negro (19°30' S, 56°12' W).

Os seis cerradões amostrados têm área variando de 7 a 30 ha (tabela 1). Todas as áreas estudadas apresentaram tipo de solo e relevo semelhantes: Podzol Hidromórfico e plano. Todas as áreas estudadas apresentaram sinais de passagem de fogo. Pelo histórico levantado e pelo acompanhamento dos cerradões nos últimos anos, notou-se que Rio Negro e Nhumirim estiveram sujeitos a queimadas ocasionais. As áreas Caron, Capivari e Zequinha estiveram mais vulneráveis, queimando a cada dois ou três anos e Imaculada apresentou queimadas anuais. Exceto os cerradões Nhumirim e do Rio Negro, os demais estavam sujeitos ao pastejo extensivo pelo gado. Foram observadas no cerradão Imaculada, árvores serradas rente ao chão, indicando recente retirada seletiva de madeira. No cerradão Caron, segundo informações do proprietário, foram retiradas há alguns anos, madeiras para postes de cerca.

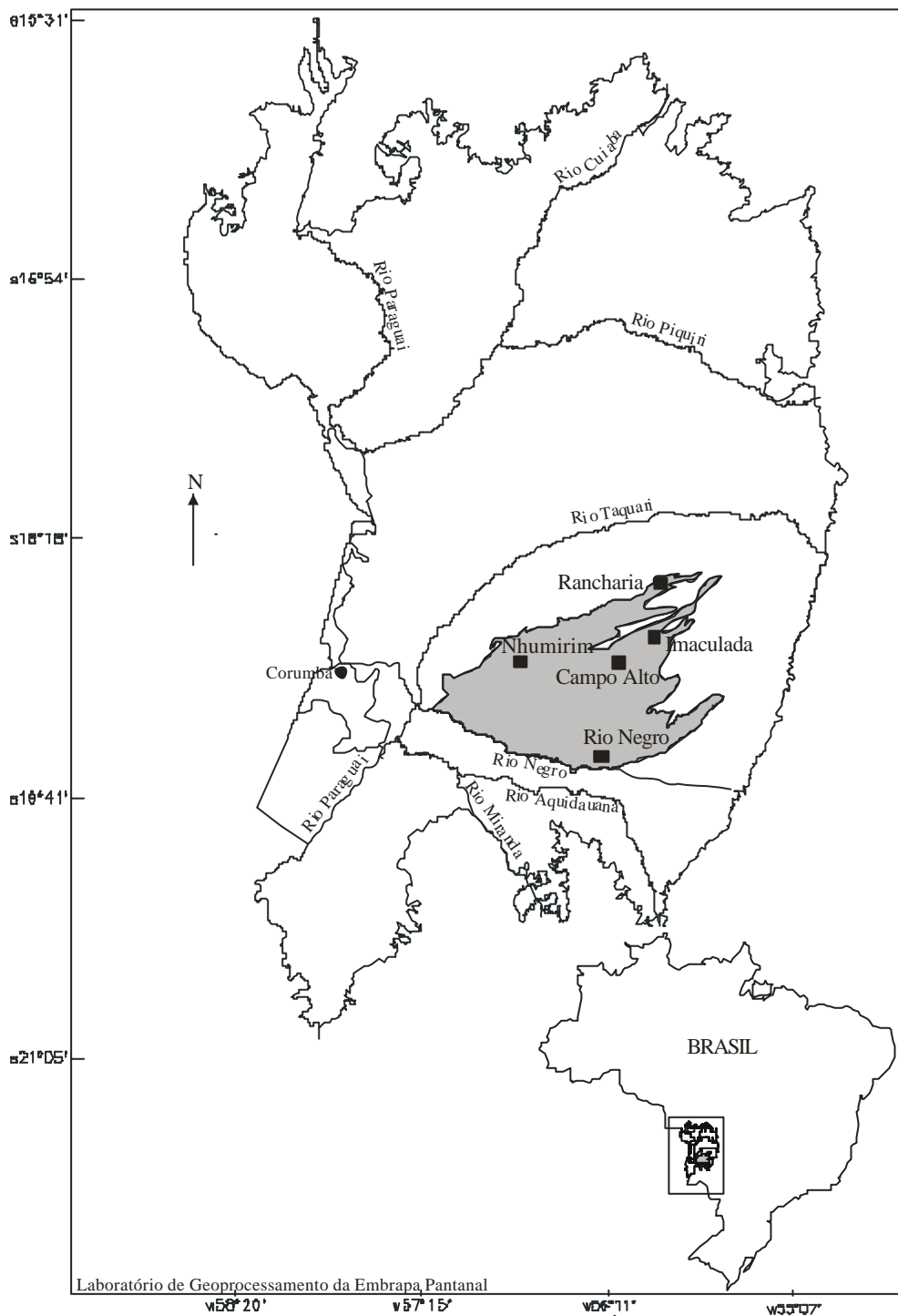


Figura 1. Localização das fazendas (■) no Pantanal da Nhecolândia (área cinza), e principais rios da região, baseado em Hamilton et al. (1996).

Metodologia

O levantamento da vegetação foi realizado de março a maio de 1996 (Caron, Nhumirim, Capivari e Zequinha) e de maio a junho de 2000 (Imaculada e Rio Negro). As amostragens foram feitas pelo método de quadrantes centrados (BROWER & ZAR 1984), tomando-se 15 pontos distanciados 15 m entre si, em duas linhas, a partir de aproximadamente 10 m da borda da cordilheira com cerradão, totalizando 30 pontos e 120 indivíduos amostrados em cada área. Foram amostradas árvores com CAP (circunferência à altura do peito) igual ou superior a 15 cm, anotando-se a altura total estimada. As plantas com caules múltiplos tiveram todos os perímetros, à altura do peito, anotados. Os indivíduos amostrados foram coletados e o material botânico foi depositado no herbário da Embrapa Pantanal (CPAP), com algumas duplicatas no herbário da Universidade Estadual Paulista - Rio Claro. A identificação foi realizada com auxílio de bibliografia especializada, por comparação com material de herbário (CPAP e UEC) e envio a especialista.

Em novembro de 2002, foi realizada, com o auxílio de uma sonda, a coleta de solos para análise da fertilidade. Em cada cerradão, foi realizada uma amostra composta por 15 subamostras de solo na profundidade de 0 – 20 cm. As análises químicas foram realizadas no Laboratório de Análise Química de Solo e Planta do Centro de Ciências Agrárias da Universidade Federal de São Carlos – Campus de Araras. As análises químicas – pH, matéria orgânica (MO), cálcio (Ca), magnésio (Mg), potássio (K), fósforo (P), enxofre (S), alumínio (Al), hidrogênio mais alumínio (H+Al), boro (B), cobre (Cu), ferro (Fe), manganês (Mn), zinco (Zn) - foram realizadas conforme metodologia descrita por RAIJ et al. (1987). Foram calculadas: a soma de bases (SB), a capacidade troca catiônica (CTC), a saturação por bases (V%) e a saturação por alumínio (m%).

As comparações florísticas, de abundância das espécies e de características do solo entre os cerradões foram efetuadas por análise de componentes principais (PCA), utilizando o programa PC-ORD for Windows versão 4.14 (McCUNE & MEFFORD 1999). Na comparação florística foi utilizada uma matriz de presença e ausência de espécies, com exclusão daquelas que ocorreram em apenas uma das áreas e também

daquelas que ocorreram em todas as áreas, resultando em 49 espécies. Para a comparação da abundância das espécies, a matriz totalizou 36 espécies, considerando-se apenas as espécies com mais de dois indivíduos, excluídas aquelas que ocorreram em uma única área.

Na comparação das características do solo, foram retiradas as variáveis redundantes, restando seis variáveis: P, Al, MO, SB (= Ca+Mg+K), m% e V%.

Para cada área foram calculados o índice de diversidade de Shannon (BROWER & ZAR 1984); a equabilidade; o número total de indivíduos de espécies indicadoras de solos eutróficos (=mesotróficos) e o número de espécies eutróficas (senso RATTER et al. 1988b e 1996); a área basal; a densidade total; a densidade relativa (abundância) e a distância média entre árvores utilizando-se o programa Fitopac (SHEPHERD 1988).

Resultados

A altura média das árvores nos cerradões ficou em torno de 11-12 m, exceto no Caron e em Nhumirim, que foi de 9,3 m e 7,5 m, respectivamente. Na tabela 1 estão apresentados vários parâmetros medidos nos cerradões da Nhecolândia, que evidenciaram a heterogeneidade das áreas, como o número de espécies amostradas, que variou de 27 a 43; a diversidade (2,90 a 3,36) e a equabilidade de (0,80 a 0,91). A densidade total também variou muito entre as áreas, 570 a 1157 indivíduos/ha e a área basal, 15 a 46 m²/ha. Considerando os seis cerradões, foram encontradas 86 espécies, distribuídas em 74 gêneros e 41 famílias (tabela 2).

O cerradão Nhumirim apresentou o solo mais pobre; Capivari, Imaculada, Rio Negro e Zequinha, solos com fertilidade intermediária, e Caron o solo mais fértil (tabela 3 e figura 2). Na PCA para solos (figura 2), obteve-se no primeiro eixo um gradiente de fertilidade (V%), que explicou 65% da variância, com um autovalor de 3,9. No segundo eixo (variância de 32% e autovalor de 1,9), entre os cerradões com solos de fertilidade intermediária, Capivari e Zequinha, tenderam a formar um grupo, por apresentarem maiores teores de MO e P.

Tabela 1. Dados sobre os cerradões amostrados no Pantanal da Nhecolândia, Estado do Mato Grosso do Sul, com as respectivas indicações de área dos fragmentos em hectare (área); número de espécies amostradas (N° spp.); número de indivíduos de espécies indicadoras de solo eutrófico (N° ind. eutr) e número de espécies indicadoras de solo eutrófico (N° spp. eutr); espécies abundantes; densidade total em árvores (CAP = 15cm) por hectare (DT); distância média em metros entre árvores (DM); área basal em m²/ha; índice de diversidade de Shannon (H'); valor de equabilidade (J). Em cada área foram amostradas 120 árvores.

Cerradão	Área	N° spp.	N° ind.eutr [#]	N° spp.eutr [#]	Espécies mais comuns*	DT	DM	AB	H'	J
Caron	26	38	36	11	<i>Protium heptaphyllum</i> <i>Astronium fraxinifolium</i> <i>Cecropia pachystachya</i>	833	3,5	29	3,05	0,84
Nhumirim	10	43	19	08	<i>Alibertia sessilis</i> <i>Protium heptaphyllum</i> <i>Zanthoxylum rigidum</i>	1157	2,9	46	3,36	0,89
Capivari	16	30	31	07	<i>Qualea grandiflora</i> <i>Caryocar brasiliense</i> <i>Lafoensia pacari</i>	581	4,1	15	3,09	0,91
Zequinha	8	37	59	12	<i>Magonia pubescens</i> <i>Qualea grandiflora</i>	699	3,8	20	2,90	0,80
Imaculada	14	34	33	08	<i>Licania minutiflora</i> <i>Lafoensia pacari</i> <i>Astronium fraxinifolium</i>	570	4,2	26	3,22	0,91
Rio Negro	30	27	50	10	<i>Protium heptaphyllum</i> <i>Diptychandra aurantiaca</i> <i>Magonia pubescens</i>	783	3,6	38	2,91	0,88

[#] número de indivíduos e de espécies indicadoras de solo eutrófico segundo RATTER et al. (1988b) e (1996)

* espécies que somadas representam entre 30 a 40% dos indivíduos amostrados na área

Tabela 2. Espécies amostradas nos seis cerradões do Pantanal da Nhecolândia, Mato Grosso do Sul, segundo as respectivas família e abundância nas áreas de ocorrência. 1 – Caron, 2 – Nhumirim, 3 – Capivari, 4 – Zequinha, 5 – Imaculada e 6 – Rio Negro.

Família/ Espécie	Nome popular	Áreas de ocorrência					
		1	2	3	4	5	6
ANACARDIACEAE							
<i>Astronium fraxinifolium</i> Schott ex Spreng.*	gonçalo	15	2	8	5	11	2
<i>Myracrodruon urundeuva</i> Allemão*	aroeira	2					
ANNONACEAE							
<i>Duguetia furfuracea</i> (A. St.-Hil.) Saff.	ata-brava		2		1		
<i>Xylopia aromatica</i> (Lam.) Mart.	pindaíba				3	3	
APOCYNACEAE							
<i>Aspidosperma subincanum</i> Mart.*	peroba					1	
<i>A. tomentosum</i> Mart.	peroba-do-campo			3			
<i>Hancornia speciosa</i> Gomes	mangaba		2				
ARECACEAE							
<i>Acrocomia aculeata</i> (Jacq.) Lodd. ex Mart.*	bocaiúva	1			3	3	2
<i>Attalea phalerata</i> Mart. ex Spreng.*	acuri	2	7		1		8
BIGNONIACEAE							
<i>Tabebuia aurea</i> (Manso) Benth. & Hook. f. ex S.Moore	paratudo	3	2	4	3	7	1
<i>T. impetiginosa</i> (Mart. ex DC.) Standl.*	piúva-da-mata	2	2		1		5
<i>T. ochracea</i> (Cham.) Standl.	piúva-cascuda	1	3	1		5	
<i>T. rosealba</i> (Ridl.) Sandwith*	piuxinga	3	1				1
BOMBACACEAE							
<i>Eriotheca gracilipes</i> (K. Schum.) A. Robyns	paina		1	4	1		1
<i>Pseudobombax longiflorum</i> (Mart. & Zucc.) A. Robyns	embiruçu				3		
BURSERACEAE							
<i>Protium heptaphyllum</i> (Aubl.) March.	almecega	27	12	4	1	2	18
CACTACEAE							
<i>Cereus peruvianus</i> (L.) J.S. Muell.	urumbeba	1	3				
CAESALPINIACEAE							
<i>Bauhinia rufa</i> (Bong.) Steud.	pé-de-boi	1					1
<i>Copaifera martii</i> Hayne	guaranzinho	2	2	2	2		
<i>Dimorphandra mollis</i> Benth.	fava-de-anta	2		1			
<i>Diptychandra aurantiaca</i> Tul.	carvão-vermelho			3	3		12
<i>Hymenaea stigonocarpa</i> Mart. ex Hayne	jatobá		6		3	1	
<i>Sclerolobium aureum</i> (Tul.) Baill.	pau-bosta						1
CARYOCARACEAE							
<i>Caryocar brasiliense</i> Cambess.	pequi	3	1	11	3	5	
CECROPIACEAE							
<i>Cecropia pachystachya</i> Trécul	embaúba	11					
CHRYSOBALANACEAE							
<i>Couepia grandiflora</i> (Mart. & Zucc.) Benth. ex Hook. f.	genciana	2	1				
<i>Licania minutiflora</i> (Sagot) Fritsch	cedro-d'água		1			9	10
<i>L. octandra</i> (Hoffm. ex Roem. & Schult.) Kuntze	roxinho	1			2	2	
<i>Licania</i> sp.						5	
COMBRETACEAE							
<i>Buchenavia tomentosa</i> Eichler*	tarumarana		3	2	2	4	
<i>Terminalia argentea</i> (Cambess.) Mart.*	capitão			9	2	4	10

continuação da tabela 2

Família/ Espécie	Nome popular	Áreas de ocorrência					
		1	2	3	4	5	6
CONNARACEAE							
<i>Rourea induta</i> Planch.	conta			3			
DILLENIACEAE							
<i>Curatella americana</i> L.	lixeira	3	2		3	3	
EBENACEAE							
<i>Diospyros hispida</i> A. DC.	fruta-de-boi		1	3			
ERYTHROXYLACEAE							
<i>Erythroxylum suberosum</i> A. St.-Hil.	sombra-de-touro			1			
EUPHORBIACEAE							
<i>Alchornea schomburgkii</i> Klotzsch	uva-brava		1				
<i>Sapium haematospermum</i> Müll. Arg.	leiteira	1	2				
FABACEAE							
<i>Acosmium dasycarpum</i> (Vogel) Yakovlev	casquinho			1			
<i>Andira cujabensis</i> Benth.	morcego					1	
<i>Bowdichia virgilioides</i> Kunth	sucupira		2	2	1	2	
<i>Dipteryx alata</i> Vogel*	cumbaru	1	1		1	6	6
<i>Machaerium acutifolium</i> Vogel	barreiro				1		
<i>Swartzia jorori</i> Harms	justa-conta		1				1
<i>Vatairea macrocarpa</i> (Benth.) Ducke	angelim		3	8		1	
FLACOURTIACEAE							
<i>Casearia sylvestris</i> Sw.	chá-de-frade	4					4
LAURACEAE							
<i>Ocotea diospyrifolia</i> (Meisn.) Mez	caneleira	4	1				
LOGANIACEAE							
<i>Strychnos pseudoquina</i> A. St.-Hil.	quina	1		1			1
LYTHRACEAE							
<i>Lafoensia pacari</i> A. St.-Hil.	mangava-brava			10	1	14	2
MALPIGHIACEAE							
<i>Byrsonima coccolobaefolia</i> Kunth	sumanera	1	1		2	1	
<i>B. orbignyana</i> A. Juss.	canjiqueira		1				
MELASTOMATACEAE							
<i>Mouriri elliptica</i> Mart.	coroa-de-frade	1	3	3	5	7	
MELIACEAE							
<i>Trichilia elegans</i> A. Juss.	cachuá		1				
MIMOSACEAE							
<i>Anadenanthera colubrina</i> (Vell.) Brenan var. <i>cebil</i> (Griseb.) Altschul*	angico			1			
<i>Calliandra parvifolia</i> Benth.*	angiquinho			1			
<i>Plathymenia reticulata</i> Benth.	vinhático				1		
<i>Stryphnodendron obovatum</i> Benth.	barbatimão		1	2			
MYRTACEAE							
<i>Eugenia aurata</i> O. Berg	cabeludinho					3	
<i>Gomidesia palustris</i> (DC.) Legr.	balsemim	2		3	2	1	
<i>Psidium guineense</i> Sw.	araçá						1
Myrtaceae 1						2	
Myrtaceae 2					1		
OLEACEAE							
<i>Linociera hassleriana</i> (Chodat.) Hassl.	pau-de-vidro						2

continuação da tabela 2

Família/ Espécie	Nome popular	Áreas de ocorrência					
		1	2	3	4	5	6
OPILIACEAE							
<i>Agonandra brasiliensis</i> Miers ex Benth. & Hook. f.	tinge-cuia	1	1				
RHAMNACEAE							
<i>Rhamnidium elaeocarpum</i> Reiss.*	cabrito	4	1	2	1		
RUBIACEAE							
<i>Alibertia sessilis</i> (Vell.) K. Schum.	marmelada	1	15	3		6	
<i>Chomelia obtusa</i> Cham. & Schltdl. cf. <i>Rudgea</i> sp.	espinheiro	4	4			3	
<i>Tocoyena formosa</i> (Cham. & Schltdl.) K. Schum.	olho-de-boi		1				
RUTACEAE							
<i>Zanthoxylum rigidum</i> Humb. & Bonpl. ex Willd.	maminha	2	11				
<i>Z. naranjillo</i> Griseb.			2				
<i>Z. riedelianum</i> Engl.*		1					
SAPINDACEAE							
<i>Dilodendron bipinnatum</i> Radlk.*	maria-pobre			2		4	
<i>Magonia pubescens</i> A. St.-Hil.*	timbó			8	38	1	11
SAPOTACEAE							
<i>Chrysophyllum marginatum</i> (Hook. & Arn.) Radlk.	leiterinho		4	2		2	
<i>Pouteria ramiflora</i> (Mart.) Radlk.	fruta-de-veado	2	2		1	1	
<i>Pouteria</i> sp.			2			4	
SIMAROUBACEAE							
<i>Simarouba versicolor</i> A. St.-Hil.	perdiz	1			3		
STERCULIACEAE							
<i>Guazuma ulmifolia</i> Lam.*	chico-magro	3					
<i>Sterculia apetala</i> (Jacq.) H. Karst.*	manduvi					1	
TILIACEAE							
<i>Luehea paniculata</i> Mart.*	açoita-cavalo	2	2	2	1	3	
VERBENACEAE							
<i>Aegiphila candelabrum</i> Briq. ex Chodat & Hassl.		1					
<i>Vitex cymosa</i> Bertero ex Spreng.	tarumã					3	
VOCHYSIACEAE							
<i>Qualea grandiflora</i> Mart.	pau-terra-macho		1	14	12	3	
<i>Q. parviflora</i> Mart.	pau-terra			3	1	3	
<i>Salvertia convallariodora</i> A. St.-Hil.				2			
<i>Vochysia cinnamomea</i> Pohl	quina-doce					1	

* espécies indicadoras de solos eutróficos segundo RATTER et al. (1988b e 1996).

Tabela 3. Análise química da camada de 0-20 cm do solo dos seis cerradões do Pantanal da Nhecolândia, MS. pH em CaCl_2 ; saturação por bases (V%); saturação por alumínio (m%); matéria orgânica em g/dm^3 (MO); capacidade de troca catiônica (CTC), soma de bases (SB), alumínio (Al) e hidrogênio mais alumínio (H+Al) em $\text{mmol}_e/\text{dm}^3$; cálcio (Ca), magnésio (Mg) e potássio (K) em $\text{mmol}_e/\text{dm}^3$; fósforo (P), enxofre (S), boro (B), cobre (Cu), ferro (Fe), manganês (Mn) e zinco (Zn) em mg/dm^3 .

Parâmetros	Caron	Nhumirim	Capivari	Zequinha	Imaculada	Rio Negro
pH	4,7	4,0	4,1	4,4	4,1	4,5
V%	50,0	18,0	25,0	34,0	29,0	38,0
m%	2,9	47,3	31,8	15,9	16,7	9,1
MO	11,0	10,0	14,0	14,0	13,0	13,0
CTC	34,0	21,9	29,3	36,2	31,0	32,0
SB	17,0	3,9	7,3	12,2	9,0	12,0
Al	0,5	3,5	3,4	2,3	1,8	1,2
H+Al	17,0	18,0	22,0	24,0	22,0	20,0
Ca	10,0	2,0	4,0	7,0	6,0	8,0
Mg	5,0	1,0	2,0	4,0	2,0	3,0
K	2,0	0,9	1,3	1,2	1,0	1,0
P	5,0	2,0	9,0	9,0	7,0	7,0
S	6,0	5,0	4,0	4,0	6,0	4,0
B	0,2	0,1	0,2	0,1	0,1	0,1
Cu	0,5	0,4	0,5	0,5	0,3	0,4
Fe	47,0	99,0	50,0	47,0	65,0	66,0
Mn	30,0	8,6	17,3	20,5	25,0	19,2
Zn	0,5	0,2	0,4	0,7	0,5	0,4

A vegetação arbórea no Pantanal ocorre de maneira descontínua, sobre as cordilheiras (paleodiques em forma de cordões largos ou estreitos) ou nos capões (pequenas elevações do relevo com forma arredondada). Numa única região pode-se encontrar cordilheiras com solos férteis (eutróficos) e cordilheiras com solos menos férteis (distróficos). O cerradão Caron foi o único que apresentou solo eutrófico, com saturação por bases (V) de 50%, (senso REATTO et al. 1998). Os outros cerradões apresentaram solos distróficos (tabela 3). Porém, segundo RATTER et al. (1978) todos esses solos seriam considerados distróficos, devido as baixas quantidades de cálcio trocável, inferior a 2,0 meq/100g (=20 mmol_c/dm³).

O número de espécies e de indivíduos indicadores de solo eutrófico (tabelas 1, 2) tende a aumentar no mesmo sentido da fertilidade (tabela 3), exceto para o cerradão Caron, que apresentou número de espécies indicadoras similar ao dos cerradões com fertilidade intermediária. *Myracrodruon urundeuva*, espécie calcífila (RATTER et al. 1977), somente foi amostrada na cordilheira Caron e com baixa densidade (apenas duas árvores). Esta é uma espécie muito apreciada para postes de cerca, que foi muito utilizada na região antes da proibição legal do seu corte.

Os cerradões Zequinha e Rio Negro, que ocorreram em solos distróficos, com fertilidade intermediária, V de 34 e 38% (tabela 3), foram os que apresentaram mais indivíduos de espécies indicadoras de solos eutróficos, principalmente *Magonia pubescens* (tabela 1).

O solo do cerradão Nhumirim foi o menos fértil (V = 18%) e apresentou uma saturação por alumínio de 47%, valor próximo ao limite para um solo ser considerado álico (senso REATTO et al. 1998). Neste cerradão, observaram-se poucas árvores de espécies indicadoras de solos eutróficos (tabela 1).

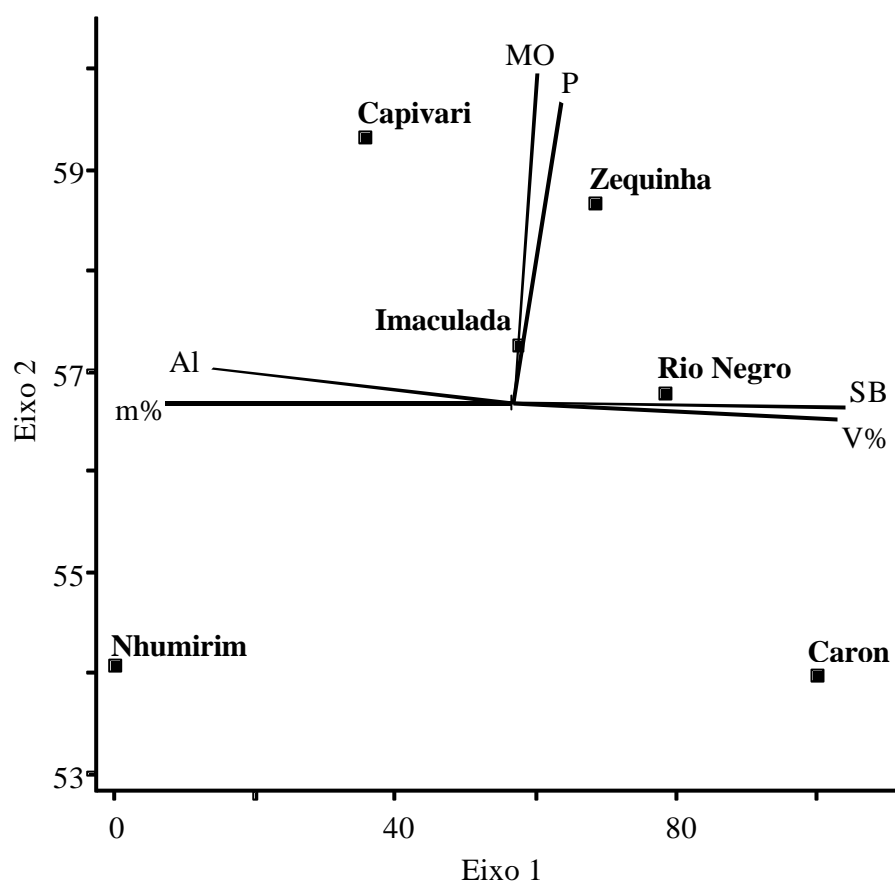


Figura 2. Diagrama de ordenação dos cerradões produzido pela análise de componentes principais (PCA), baseada em seis parâmetros do solo (0-20 cm) dos seis cerradões do Pantanal da Nhecolândia, MS. Alumínio (Al), fósforo (P), matéria orgânica (MO), soma de bases (SB), saturação por alumínio (m%) e saturação por bases (V%). Primeiro eixo com 65% de variância e autovalor de 3,9; segundo eixo com 32% de variância e autovalor de 1,9.

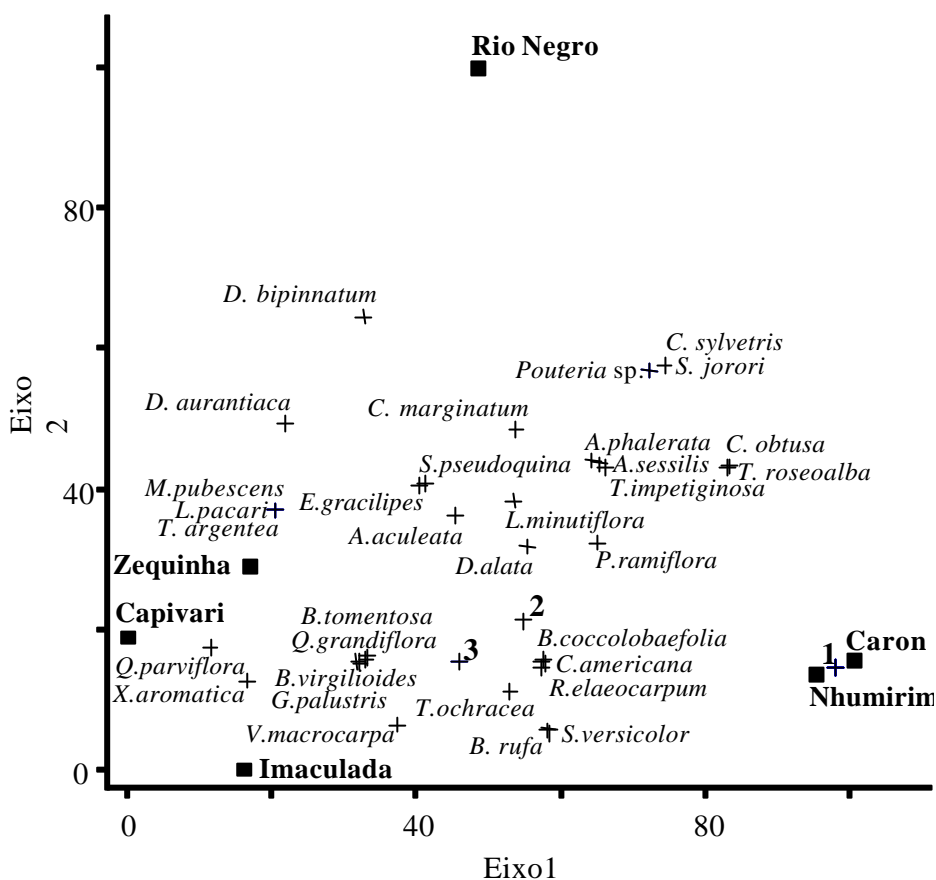


Figura 3. Diagrama de ordenação dos cerradões produzido pela análise de componentes principais (PCA), baseada na presença/ausência de 49 espécies nos seis cerradões do Pantanal da Nhecolândia, MS. Os nomes completos das espécies estão na tabela 2. Primeiro eixo com 32% de variância e autovalor de 15,7; segundo eixo com 26% de variância e autovalor de 12,8. Nos números, em negrito, constam as seguintes espécies: **1+** *Agonandra brasiliensis*, *Cereus peruvianus*, *Couepia grandiflora*, *Ocotea diospyrifolia*, *Sapium haematospermum* e *Zanthoxylum rigidum*; **2+** *Caryocar brasiliense*, *Copaifera martii*, *Duguetia furfuracea*, *Diospyros hispida*, *Dimorphandra mollis* e *Sapium obovatum*; **3+** *Hymenaea stigonocarpa*, *Licania octandra*, *Luehea paniculata* e *Mouriri elliptica*.

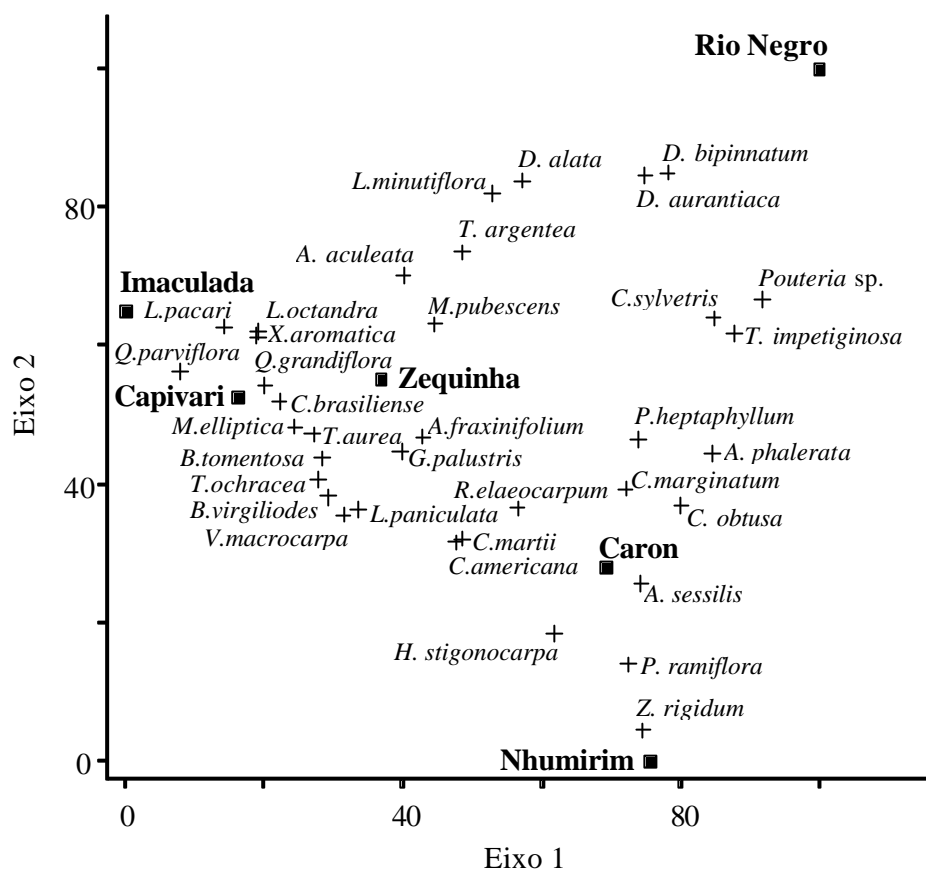


Figura 4. Diagrama de ordenação dos cerradões produzido pela análise de componentes principais (PCA), baseada na distribuição das 36 espécies mais abundantes nos seis cerradões do Pantanal da Nhecolândia, MS. Os nomes completos das espécies constam na tabela 2. Primeiro eixo com 33% de variância e autovalor de 11,9; segundo eixo com 23% de variância e autovalor de 8,1.

As duas PCA com dados das espécies (presença/ausência e abundância) apresentaram resultados semelhantes (figuras 3 e 4). Os cerradões Caron e Nhumirim foram os mais parecidos, tanto na composição florística, como na estrutura (abundância das espécies) considerando-se o primeiro eixo nas duas análises (figuras 3 e 4). Na PCA da composição florística (figura 3), o primeiro eixo apresentou 32% de variância (autovalor de 15,7) e o segundo eixo, 26% (autovalor de 12,8), a semelhança entre os dois cerradões foi intensificada por apresentarem várias espécies em comum com exclusividade (*Agonandra brasiliensis*, *Cereus peruvianus*, *Couepia grandiflora*,

Ocotea diospyrifolia, *Sapium haematospermum* e *Zanthoxylum rigidum*). Na PCA da estrutura (figura 4), o primeiro eixo explicou 33% da variância (autovalor de 11,9) e o segundo eixo, 23% (autovalor de 8,1). Estruturalmente, Nhumirim e Caron apresentaram em comum muitos indivíduos de *Protium heptaphyllum* e a ausência de árvores, como *Magonia pubescens* e *Lafoensia pacari*, que ocorreram com abundância em alguns dos cerradões estudados.

O cerradão Rio Negro se distingue, floristicamente, pela ausência de *Caryocar brasiliense*, *Luehea paniculata*, *Mouriri elliptica* e *Qualea* spp. (figura 3 e tabela 2) e, estruturalmente, por apresentar muitos indivíduos de *Diptychandra aurantiaca* (figura 4 e tabela 2). As áreas Capivari, Zequinha e Imaculada tenderam a formar um grupo nas análises de vegetação, sendo agrupadas florística e estruturalmente, principalmente pela ocorrência com abundância de *Qualea grandiflora*, *Lafoensia pacari* e *Caryocar brasiliense*.

Discussão

Os resultados mostraram uma grande heterogeneidade nos cerradões do Pantanal da Nhecolândia, tanto na composição florística quanto na estrutura, ambas relacionadas aos diferentes níveis de fertilidade do solo, fato também observado por outros autores (GOODLAND & POLLARD 1973, RATTER et al. 1977) e provavelmente a fatores antrópicos.

Das 86 espécies amostradas nos seis cerradões, 34 (cerca de 40%) ocorreram em apenas uma das áreas e somente três, *Astronium fraxinifolium*, *Protium heptaphyllum* e *Tabebuia aurea*, ocorreram em todas as áreas. Heterogeneidade semelhante foi observada por RATTER et al. (1996) numa escala maior, onde, das 534 espécies anotadas em 98 cerrados comparados, 158 (30%) ocorreram em apenas um local.

O índice de diversidade de Shannon (H') variou de 2,90 a 3,36 nos cerradões estudados. Estes valores são próximos aos obtidos por FELFILI & SILVA (1993), SALIS et al. (1999), SALIS (2000). De acordo com OLIVEIRA FILHO & RATTER (2002) o número de espécies de árvores e arbustos que ocorrem num único local pode chegar a 150 espécies por hectare, mas geralmente, é inferior, principalmente nos

cerradões em solos eutróficos com dominância de espécies indicadoras deste tipo de solo como *Callisthene fasciculata*, *Magonia pubescens*, *Terminalia argentea* e *Luehea paniculata*. O número de espécies amostradas nos cerradões analisados variou de 23 a 43 espécies. Comparando-se estes resultados com os obtidos por outros autores, com a ressalva de que os critérios de amostragem e esforço não foram exatamente os mesmos, tem-se os estudos de RATTER et al. (1973), RATTER et al. (1988a), BATALHA et al. (2001), RATTER et al. (1988b), DUBS (1992) e CUNHA & JUNK (1999) que encontraram números parecidos, entre 25 a 43 espécies, nos cerradões em Nova Xavantina (MT), Angatuba (SP), Santa Rita do Passa Quatro (SP), Pantanaís da Nhecolândia (MS) e Poconé (MT), respectivamente. No entanto, estes valores são inferiores aos observados por RATTER et al. (1977) em cerradão no Vale dos Sonhos (67 espécies) e por RATTER (1987) em cerradões no Parque Nacional do Araguaia (58 a 64 espécies). RATTER et al. (1997) reportam que as áreas de cerrado nos Estados do Mato Grosso (região do Alto Araguaia), Tocantins e Distrito Federal são as que apresentam maior número de espécies (biodiversidade hot-spots).

Os cerradões Nhumirim e Caron foram os mais similares nas análises florística e estrutural e os mais diferentes na PCA de fertilidade do solo. Por terem solos tão distintos, esperava-se que o clímax edáfico da vegetação nesses dois cerradões também fosse diferente. No entanto, estes cerradões foram agrupados, principalmente, pela presença em comum de espécies de locais mais abertos, como *Zanthoxylum rigidum* (= *Fagara hassleriana*) e *Curatella americana* (RATTER et al. 1988b) e pela ocorrência de muitas árvores de *Protium heptaphyllum*. A presença das espécies de locais abertos aproximou as áreas por motivos diferentes. No caso do cerradão Caron, a vegetação seria secundária, devido ao histórico de retirada de madeira. Muitas árvores de *Cecropia pachystachya*, a terceira espécie mais densa no interior do cerradão Caron, confirmam a alteração sofrida. E no caso de Nhumirim, o cerradão apresentaria originalmente dossel mais aberto, com poucas árvores de grande porte e muitas árvores de menor porte, por causa da menor fertilidade do solo e a elevada saturação por alumínio, concordando com o apontado por GOODLAND & POLLARD (1973) e EITEN (1990).

A área do Rio Negro, um cerradão com dossel mais fechado, foi a que apresentou menos espécies de todos os cerradões estudados. Enquanto que o cerradão da Nhumirim, um cerradão mais aberto, com alta densidade de indivíduos de pequeno

porte, como *Alibertia sessilis* e *Chomelia obtusa*, apresentou o maior número de espécies, ocorrendo desde aquelas de locais abertos até as de locais mais fechados. Isto está de acordo com o mencionado por EITEN (1990), os cerradões muito fechados tem menor número de espécies do que os cerradões mais abertos, devido ao sombreamento produzido pelo dossel que limitaria o crescimento das plantas na camada inferior. Enquanto que os cerradões com dossel mais aberto, apresentam um sub-bosque mais denso, apresentando maior número de espécies por área.

Os cerradões Capivari e Zequinha apresentaram muitos indivíduos de *Qualea grandiflora*, espécie muito freqüente nas áreas de cerrado, sendo a única espécie que RATTER et al. (1996) encontraram ocorrendo em 82% dos cerrados comparados. Os cerradões que apresentam muitos indivíduos de *Qualea* foram descritos e denominados por RATTER et al. (1973) como cerrado indiferenciado. Segundo os autores é um tipo de cerrado que ocorre por todo o domínio do Cerrado, com uma composição de espécies mais ou menos parecida com o cerrado aberto, diferindo apenas na maior altura e densidade das árvores. De acordo com RATTER et al. (1973) sua ocorrência estaria associada a locais com melhor suprimento de água ou com um outro fator importante para o crescimento das árvores. Outros autores (RIBEIRO et al. 1985, OLIVEIRA FILHO et al. 1989, NASCIMENTO & SADDI 1992, CARDOSO & SCHIAVINI 2002) também apontaram que sua ocorrência estaria relacionada a algum fator edáfico, sem, entretanto, identificar o fator. MOFFAT (1971) *apud* RATTER et al. (1973) sugere que a disponibilidade de fósforo (P) possa ser esse fator. O fato dos cerradões Capivari e Zequinha apresentarem maior disponibilidade de P e muitos indivíduos de *Qualea grandiflora* parece confirmar a hipótese de MOFFAT (1971) *apud* RATTER et al. (1973).

RATTER et al. (1973) consideraram *Qualea grandiflora* como uma espécie indiferente às condições edáficas, ocorrendo tanto em solos eutróficos quanto distróficos, independente dos teores de Ca e Mg do solo. De fato a espécie parece ser indiferente aos teores de Ca, Mg do solo, mas provavelmente não é indiferente ao maior teor de P, macro-nutriente que a planta acumula em suas sementes junto com o Al (FELIPPE 1990). Segundo GOODLAND (1979), uma concentração excessiva de Al no solo pode reduzir a absorção de P, mas, segundo McLEAN & GILBERT (1928) *apud* GOODLAND (1979) a toxidez do Al diminui quando o fosfato está presente em

concentração equivalente. Talvez esta seja a razão da planta se desenvolver melhor em solos com maiores teores de P. O teor de P no solo inferior a 5 mg/dm^3 é considerado baixo para árvores nativas de Mata Atlântica, enquanto que valores de 6 a 12 mg/dm^3 são considerados médios (GONÇALVES et al. 1997). A quantidade de P encontrada por FELIPPE (1990) nos solos distróficos do cerrado de Itirapina, onde *Qualea grandiflora* é muito freqüente, foi de $6 \text{ } \mu\text{g/cm}^3$ ($= 6 \text{ mg/dm}^3$), valor próximo ao observado nos cerradões com *Qualea* no Pantanal. Não foi possível comparar os teores de P aqui obtidos com outros trabalhos em cerrado que relacionam vegetação com características edáficas, devido às diferentes metodologias utilizadas na quantificação e apresentação dos teores de P. Seria interessante a uniformização da extração de P do solo para viabilizar as comparações entre os trabalhos, para o que se sugere o método da resina como solução extratora de P.

No cerradão Zequinha as espécies com maior densidade foram *Magonia pubescens* (38 árvores) e *Qualea grandiflora* (12), correspondendo a 42% das árvores amostradas. Se *M. pubescens* é uma espécie indicadora de cerradão eutrófico (RATTER et al. 1973), como explicar sua abundância num solo distrófico com pouco Ca disponível? RATTER et al. (1977) comentam que as espécies calcícolas freqüentemente têm seu habitat limitado por processos químicos mais sutis do que a simples necessidade de Ca no solo. GOODLAND & POLLARD (1973) sugerem que a toxidez de Al poderia ser importante neste contexto. Os níveis de Ca + Mg no solo estão inversamente correlacionados com o conteúdo de Al. Assim, é possível que as espécies características de solos eutróficos sejam restritas a este habitat por causa da sensibilidade ao Al e não somente por efeito direto do Ca. Dentre os cerradões com solos distróficos, Zequinha é um dos mais férteis, com V% igual a 34, com um pouco mais de Ca e com saturação de Al (m%) não muito alta (16%), pois os valores de m% podem chegar a 47% em alguns cerradões.

GOODLAND & POLLARD (1973) ressaltam que no cerrado é difícil determinar com precisão um agente único para cada característica da vegetação observada, devido aos vários fatores que afetam esta comunidade. O fogo, por exemplo, além de afetar diretamente as plantas, pode acentuar ou diminuir as diferenças de fertilidade do solo, pela volatilização do N e S, pelo aumento da oxidação devido à remoção da cobertura vegetal e da matéria orgânica (GOODLAND & POLLARD 1973)

e pelo diferente tempo de retorno ao ecossistema de cada nutriente. Segundo PIVELLO & COUTINHO (1992), o P e o S são repostos em menos de um ano; Ca leva entre 1 a 3 anos; K, entre 1,5 a 4 anos e Mg, entre 1 a 5 anos. Assim, pode-se supor que numa área queimada a cada dois anos, o P e o S teriam seus teores acrescidos no solo, enquanto que o Ca e o Mg tenderiam a diminuir. Esta alteração na disponibilidade dos nutrientes poderia favorecer o estabelecimento de espécies como *Qualea grandiflora*, menos exigente em Ca e Mg, mas que precisa de mais P. Este processo, pode estar acontecendo no cerrado Zequinha.

A distribuição das espécies nos cerradões das cordilheiras do Pantanal não está condicionada somente às características de solo e clima, mas também as ações antrópicas de retirada de madeira, desmatamento (SILVA et al. 1999), fogo e presença de gado (SOARES 1997, JOHNSON et al. 1997), que a curto e a longo prazo, podem descaracterizar esta fisionomia na planície pantaneira.

O presente levantamento possibilitou levantar pontos interessantes quanto a grande heterogeneidade (solos e vegetação) dos cerradões da Nhecolândia, diferentemente do esperado, considerando que as áreas localizam-se num mesmo tipo de Pantanal.

Referências Bibliográficas

- BROWER, J.E. & ZAR, J.H. 1984. Field and laboratory methods for general ecology. 2 ed., C. Brown, Iowa.
- BATALHA, M.A., MANTOVANI, W. & MESQUITA JÚNIOR, H.N. 2001. Vegetation structure in cerrado physiognomies in southeastern Brazil. *Brazilian Journal of Biology* 61:475-483.
- CARDOSO, E. & SCHIAVINI, I. 2002. Relação entre distribuição de espécies arbóreas e topografia em um gradiente florestal na Estação Ecológica do Panga (Uberlândia, MG). *Revista Brasileira de Botânica* 25:277-289.
- CASTRO, A.A.J.F., MARTINS, F.R., TAMASHIRO, J.Y. & SHEPHERD, G.J. 1999. How rich is the flora of Brazilian cerradões? *Annals of Missouri Botanic Garden* 86:192-224.
- CUNHA, N.G. 1985. Solos calcimórficos de Corumbá. Circular Técnica 18, Embrapa-CPAP, Corumbá.

- CUNHA, C.N. 1990. Estudo florístico e fitofisionômico das principais formações arbóreas do Pantanal de Poconé, Mato Grosso. Tese de mestrado, Universidade Estadual de Campinas, Campinas.
- CUNHA, C.N. & JUNK, W.J. 1999. Composição florística de capões e cordilheiras: localização das espécies lenhosas quanto ao gradiente de inundação no Pantanal de Poconé, MT – Brasil. In Anais do II Simpósio sobre Recursos Naturais e Sócio-econômicos do Pantanal (M. Dantas, J.B. Catto & E.K. Resende, coords.). Embrapa Pantanal, Corumbá, p.387-405.
- DAMASCENO JÚNIOR, G., BEZERRA, M.A.O., BORTOLOTTI, I.M. & POTT, A. 1999. Aspectos florísticos e fito-fisionômicos dos capões do Pantanal do Abobral. In Anais do II Simpósio sobre Recursos Naturais e Sócio-econômicos do Pantanal (M. Dantas, J.B. Catto & E.K. Resende, coords.). Embrapa Pantanal, Corumbá, p.204-214.
- DUBS, B. 1992. Observations on the differentiation of woodland and wet savanna habitats in the Pantanal of Mato Grosso, Brazil. In Nature and dynamics of forest-savanna boundaries (P.A. Furley, J. Proctor & Ratter, J.A, eds). Chapman & Hall, London, p.431-449.
- EITEN, G. 1990. Vegetação do Cerrado. In Cerrado – Caracterização, ocupação e perspectivas. (M.N. Pinto, org.) Editora Universidade de Brasília, Brasília, p.9-65.
- EMBRAPA. 1997. Boletim Agrometeorológico: 1986-1996 (Fazenda Nhumirim). Boletim Agrometeorológico 3. Embrapa – CPAP, Corumbá.
- FELFILI, J.M. & SILVA, C.S. 1993. A comparative study of cerrado (sensu stricto) vegetation in Central Brazil. *Journal of Tropical Ecology* 9:277-289.
- FELIPPE, G.M. 1990 *Qualea grandiflora*: the seed and its germination. *Revista Brasileira de Botânica* 13:33-37.
- GONÇALVES, J.L.M., RAIJ, B. van & GONÇALVES, J.C. 1997. Florestais. In: Recomendações de Adubação e Calagem para o Estado de São Paulo. Boletim Técnico 100 (B. van Raij, H. Cantarella, J.A. Quaggio & A.M.C. Furlani, eds.) Instituto Agrônomo/ Fundação IAC, Campinas, p.247-259.
- GOODLAND, R. & POLLARD, R. 1973. The Brazilian cerrado vegetation: a fertility gradient. *Journal of Ecology* 61:219-224.
- GOODLAND, R. 1979. Análise ecológica da vegetação do cerrado. In: Ecologia do cerrado (R. Goodland & M.G. Ferri, eds.), Itatiaia Editora & Editora da Universidade de São Paulo, Belo Horizonte & São Paulo, p.61-160.
- GUARIM NETO, G. 1991. Plantas do Brasil – Angiospermas do Estado de Mato Grosso – Pantanal. *Acta Botânica Brasílica* 5:25-47.

- HAMILTON, S.K., SIPPEL, S.J. & MELACK, J.M. 1996. Inundation patterns in the Pantanal wetland of South America determined from passive microwave remote sensing. *Archives of Hydrobiology* 137:1-23.
- JOHNSON, M.A., TOMÁS, W.M. & GUEDES, N.M.R. 1997. On the Hyacinth macaw's nesting tree: density of young manduvis around adult trees under three different management conditions in the Pantanal wetland, Brazil. *Ararajuba* 5:185-188.
- MALME, G.O.A.N. 1905. Die Vochysiaceen Matto Grosso. *Arkiv för Botanik* 5:1-12.
- MALME, G.O.A.N. 1931. Die Leguminosen der zweitn Regnellschen Reise. *Arkiv för Botanik* 23:1-99.
- McCUNE, B. & MEFFORD, M.J. 1999. PC-ORD version 4.0, multivariate analysis of ecological data, Users guides. MjM Software Design, Glaneden Beach.
- MOORE, S.M. 1895. The phanerogamic botany of the Mato Grosso expedition 1891-1892. *Transactions of the Linnean Society of London. Series Botany* 4:265-516.
- NASCIMENTO, M.T. & CUNHA, C.N. 1989. Estrutura e composição florística de um cambarazal no Pantanal de Poconé, MT. *Acta Botânica Brasílica* 3:3-23.
- NASCIMENTO, M.T. & SADDI, N. 1992. Structure and floristic composition in an area of cerrado in Cuiabá-MT, Brazil. *Revista Brasileira de Botânica* 15:47-55.
- OLIVEIRA FILHO, A.T. & RATTER, J.A. 1995. A study of the origin of central Brazilian forests by the analysis of plant species distributions patterns. *Edinburgh Journal of Botany* 52:141-194.
- OLIVEIRA FILHO, A.T. & RATTER, J.A. 2002. Vegetation physiognomies and woody flora of the Cerrado Biome. In *The cerradões of Brazil: ecology and natural history of Neotropical savanna*. (P.S. Oliveira & R.J. Marquis, eds.). Columbia University Press, New York, p.91-120.
- OLIVEIRA FILHO, A.T., SHEPHERD, G.J. MARTINS, F.R & STUBBLEBINE, W.H. 1989. Environmental factors affecting physiognomic and floristic variations in an area of cerrado in Central Brazil. *Journal of Tropical Ecology* 5:413-431.
- PIVELLO, V.R. & COUTINHO, L.M. 1992. Transfer of macronutrients to the atmosphere during experimental burnings in an open cerrado (Brazilian savanna). *Journal of Tropical Ecology* 8:487-497.
- POTT, A., POTT, V.J., RATTER, J.A. & VALLS, J.F.M. 1986. Flora da fazenda Nhumirim, Nhecolândia, Pantanal: relação preliminar. *Pesquisa em Andamento* 5. Embrapa – CPAP, Corumbá.

- POTT, A., SILVA, J.S.V., ABDON, M.M., POTT, V.J., RODRIGUES, L.M., SALIS, S.M. & HATSCHBACH, G.G. 1997. Vegetação. In Brasil. Ministério do Meio Ambiente, dos Recursos Hídricos e da Amazônia Legal. Plano de conservação da bacia do alto Paraguai (Pantanal) – PCBAP. Diagnóstico dos meios físico e biótico. MMA/ SEMAM/ PNMA, Brasília, v.2, p.3-179.
- PRADO, D.E. & GIBBS, P.E. 1993. Patterns of species distributions in the dry seasonal forests of South America. *Annals of Missouri Botanic Garden* 80: 902-927.
- PRANCE, G.T. & SCHALLER, G.B. 1982. Preliminary study of some vegetation types of the Pantanal, Mato Grosso, Brazil. *Brittonia* 34:228-251.
- RAIJ, B. van, QUAGGIO, J.A., CANTARELLA, H., FERREIRA, M.E., LOPES, A.S. & BATAGLIA, O.C. 1987. Análise química de solo para fins de fertilidade. Fundação Cargill, Campinas. 170 p.
- RATTER, J.A. 1987. Notes on the vegetation of the Parque Nacional do Araguaia (Brazil). *Notes from the Royal Botanic Garden Edinburgh* 44:311-342.
- RATTER, J.A., ASKEW, G.P., MONTGOMERY, R.F. & GIFFORD, D.R. 1977. Observações adicionais sobre o cerrado de solos mesotróficos no Brasil Central. In IV Simpósio sobre o cerrado (M.G. Ferri, ed.), Universidade de São Paulo, São Paulo, p.306-316.
- RATTER, J.A., ASKEW, G.P., MONTGOMERY, R.F. & GIFFORD, D.R. 1978. Observations on forests of some mesotrophic soils in Central Brazil. *Revista Brasileira de Botânica* 1:47-58.
- RATTER, J.A., BRIDGEWATER, S., ATKINSON, R. & RIBEIRO, J.F. 1996. Analysis of the floristic composition of the Brazilian cerrado vegetation II: comparison of the 98 areas. *Edinburgh Journal Botany* 53:153-180.
- RATTER, J.A. & DARGIE, T.C.D. 1992. An analysis of the floristic composition of 26 cerrado areas in Brazil. *Edinburgh Journal Botany* 49:235-250.
- RATTER, J.A., LEITÃO FILHO, H.F., ARGENT, G., GIBBS, P.E., SEMIR, J., SHEPHERD, G. & TAMASHIRO, J. 1988a. Floristic composition and community structure of a southern cerrado area in Brazil. *Notes from the Royal Botanic Garden Edinburgh* 45:137-151.
- RATTER, J.A., POTT, A., POTT, V.J., CUNHA, C.N. & HARIDASSAN, M. 1988b. Observations on woody vegetation types in the Pantanal and around Corumbá. *Notes from the Royal Botanic Garden Edinburgh* 45:503-525.
- RATTER, J.A., RIBEIRO, J.F. & BRIDGEWATER, S. 1997. The Brazilian cerrado vegetation and threats to its biodiversity. *Annals of Botany* 80:223-230.

- RATTER, J.A., RICHARDS, P.W., ARGENT, G. & GIFFORD, D.R. 1973. Observations on the vegetation of northeastern Mato Grosso, I. The woody vegetation types of the Xavantina-Cachimbo Expedition area. *Philosophical Transactions of the Royal Society of London* 226:449-492.
- REATTO, A, CORREIA, J.R. & SPERA, S.T. 1998. Solos do Bioma Cerrado: aspectos pedológicos. In *Cerrado: ambiente e flora* (S.M. Sano & S.P. Almeida, eds.). Embrapa CPAC, Planaltina, p.47-86.
- RIBEIRO, J.F., SILVA, J.C.S. & BATMANIAN, G.J. 1985. Fitossociologia de tipos fisionômicos de cerrado em Planaltina –DF. *Revista Brasileira de Botânica*. 8:131-142.
- SALIS, S.M., POTT, V.J. & POTT, A. 1999. Fitossociologia de formações arbóreas da bacia do alto Paraguai. In *Anais do II Simpósio sobre Recursos Naturais e Sócio-econômicos do Pantanal* (M. Dantas, J.B. Catto & E.K. Resende, coords.). Embrapa Pantanal, Corumbá, p.357-374.
- SALIS, S.M. 2000. Fitossociologia da vegetação arbórea no entorno de uma lagoa no Pantanal Mato-Grossense, Brasil. *Naturalia* 25:225-241.
- SHEPHERD, G.J. 1988. FITOPAC – versão preliminar. Departamento de Botânica, UNICAMP.
- SILVA, M.P., MAURO, R., MOURÃO, G. & COUTINHO, M. 1999. Conversion of forests and woodlands to cultivated pastures in the wetland of Brazil. *Ecotropicos* 12:101-108.
- SOARES, C.R.A. 1997. Estrutura e composição florística de duas comunidades vegetais sob diferentes condições de manejo, Pantanal da Nhecolândia, MS. Tese de mestrado, Universidade Federal do Mato Grosso, Cuiabá.
- SORIANO, B.M.A. 1999. Caracterização climática da sub-região da Nhecolândia, Pantanal, MS. In *Anais do II Simpósio sobre Recursos Naturais e Sócio-econômicos do Pantanal* (M. Dantas, J.B. Catto & E.K. Resende, coords.). Embrapa Pantanal, Corumbá, p.151-158.
- SORIANO, B.M.A. 2002. Boletim Agrometeorológico: 1999 (Fazenda Nhumirim). Documentos 26. Embrapa Pantanal, Corumbá. 19p.
- VELOSO, H.P. 1947. Considerações gerais sobre a vegetação do Estado do Mato Grosso II. Notas preliminares sobre o Pantanal e zonas de transição. *Memórias do Instituto Oswaldo Cruz* 45:253-272.

EQUAÇÕES DE REGRESSÃO PARA ESTIMATIVA DA BIOMASSA EM SAVANA FLORESTADA NO PANTANAL SUL-MATO-GROSSENSE, BRASIL

Introdução

A quantidade e a distribuição da biomassa vegetal são aspectos importantes no estudo dos ecossistemas. Detalhes sobre estudos de sucessão, ciclagem de nutrientes, produção e competição em comunidades vegetais freqüentemente requerem estimativas de biomassa vegetal e produção (TAUSCH & TUELLER 1988). Apesar da sua importância, tais aspectos são pouco conhecidos, principalmente nas florestas tropicais, pela dificuldade inerente ao procedimento de obtenção de dados de campo.

ANDERSON & INGRAM (1993) recomendam que a estimativa da biomassa em florestas naturais com grande número de espécies seja obtida pela estimativa da biomassa direta (amostra destrutiva) ou indireta (equação de regressão) das principais espécies (que contribuam com mais que 10% da biomassa total). As demais espécies, que contribuem com menos de 10%, podem ser combinadas numa única categoria ou equação de regressão. A coleta destrutiva com a formulação de equações de regressão, a partir de variáveis mais facilmente medidas, é uma das técnicas mais empregadas para prever a biomassa (HAY et al. 1982). Os parâmetros mais comumente usados são diâmetro do tronco ou caule, altura da planta e volume da copa ou da planta (TAUSCH & TUELLER 1988). Uma vantagem desta metodologia é que, depois de uma amostragem destrutiva, as amostragens subsequentes não o são, poupando então tempo, energia e dinheiro (HAY et al. 1982), e a própria vegetação a ser estudada.

BROWN et al. (1989), em seu estudo para determinação de biomassa em área tropical, obtiveram uma equação global mais precisa para as florestas de regiões mais úmidas do que para áreas secas, com precipitação inferior a 1500 mm, devido à carência de dados para este tipo de ecossistema. Ainda são poucos os trabalhos sobre a biomassa produzida nos ecossistemas brasileiros, sendo que a maioria dos estudos estima a

biomassa em florestas úmidas na Amazônia (FITTKAU & KLINGE 1973, JORDAN & UHL 1978, HASE et al. 1985, BROWN et al. 1989, DANTAS 1989, FIGUEIREDO et al. 2000, CUMMINGS et al. 2002). Em regiões com vegetação florestal e clima mais seco, têm-se alguns trabalhos que estimam produção de biomassa em mata ciliar (IMANÃ-ENCINAS et al. 1995, MOREIRA-BURGER & DELITTI 1999), caatinga (SCHACHT et al. 1988), cerrado (CASTRO & KAUFFMAN 1998), e Pantanal (HAASE & HAASE 1995).

Os objetivos deste trabalho foram desenvolver equações de regressão para as espécies mais abundantes e para um conjunto de espécies de um cerradão na fazenda Rio Negro, Pantanal da Nhecolândia, para estimar indiretamente a biomassa aérea, e, estudar a variação da biomassa, fornecendo subsídios para estudos de ecologia e o manejo sustentável dos recursos naturais da região.

Material e Métodos

Área de estudo

As árvores foram amostradas numa savana florestada (cerradão) na fazenda Rio Negro (figura 1 do Apêndice), Pantanal da Nhecolândia, Mato Grosso do Sul, Brasil (19°30' S, 56°12,5' W). Os cerradões do Pantanal da Nhecolândia ocorrem sobre paleodiques (cordilheiras), áreas não sujeitas a inundação. As árvores apresentam altura média variando de 7 a 12 m, podendo ocorrer indivíduos com até 20 m. As espécies mais comuns são *Astronium fraxinifolium*, *Protium heptaphyllum* e *Magonia pubescens**. O clima da região é do tipo Aw, segundo a classificação de Köppen, ou seja, tropical megatérmico, com a temperatura média do mês mais frio superior a 18 °C, com inverno seco e chuvas no verão. As médias anuais de precipitação e temperatura, no período de 1977-1995, foram 1.182,7 mm e 25,5 °C, respectivamente (SORIANO 1999). A maior precipitação média ocorre em janeiro, com 216,8 mm e a menor, em julho, com 19,7 mm (SORIANO 2002). As temperaturas máximas absolutas podem chegar a 40 °C nos meses de outubro a janeiro, e as mínimas, próximas a 0 °C, nos meses de junho e julho (EMBRAPA 1997). A região pode apresentar uma deficiência

* Conforme mencionado no Capítulo 1.

hídrica anual superior a 300 mm, principalmente nos meses de agosto a outubro (SORIANO 1999).

Espécies estudadas

As cinco espécies mais abundantes do cerradão da fazenda Rio Negro foram selecionadas a partir de um levantamento fitossociológico prévio*. As cinco espécies e suas principais características, segundo consulta a PRANCE (1972), LORENZI (1992), POTT & POTT (1994) e MISSOURI BOTANICAL GARDEN (2003), estão descritas a seguir:

Diptychandra aurantiaca Tul. (carvão-vermelho) - Caesalpiniaceae

Sinônimo: *Leptolobium aurantiacum* Mart. Árvore com 5-20 m de altura, tronco retilíneo de 20-40 cm de diâmetro, com casca grossa avermelhada (figura 2 do Apêndice). Folhagem decídua no inverno. Folhas compostas paripinadas, com 3-6 pares de folíolos glabros, coriáceos (3-6 cm de comprimento por 1.5-3.0 cm de largura). Madeira moderadamente pesada, dura, resistente, durável mesmo quando exposta. Utilizada no Pantanal como moirão. Serve para construção, tornearia e dormente. Ocorre em savana florestada (cerradão) na transição com floresta semidecídua nos estados de Goiás, Mato Grosso do Sul, Minas Gerais e São Paulo no Brasil e na Bolívia.

Licania minutiflora (Sagot) Fritsch (cedro-d'água) - Chrysobalanaceae

Basiônimo e sinônimos: *Moquilea minutiflora* Sagot, *Licania rondonii* Pilg., *Moquilea riparia* Gleason, *Licania riparia* (Gleason) Standl. Árvore com 6-16 m de altura, tronco rugoso com 20-40 cm de diâmetro (figura 3 do Apêndice). Folhas simples, opostas, coriáceas, (5-11 cm de comprimento e 2-6 cm de largura), glabras, pouco pubescente quando jovem. Madeira leve, não utilizada no Pantanal, apesar do nome vulgar. Ocorre em savana florestada (cerradão) no Mato Grosso do Sul, e em floresta não inundada na Amazônia e Guianas.

* Resultados descritos no Capítulo 3.

Magonia pubescens A. St.-Hill. (timbó) - Sapindaceae

Sinônimo: *Magonia glabrata* A. St.-Hil. Árvore de copa ampla com galhos grossos, 6-16 m de altura, tronco com relevo “martelado” como tacho de cobre, com 20-45 cm de diâmetro (figura 4 do Apêndice). Folhagem decídua. Folhas compostas imparipinadas, com 3-5 pares de folíolos glabros ou pilosos (6-12 cm de comprimento por 3-5 cm de largura). Madeira pesada, dura, resistente a cupim, serve para construção, moirão e lenha. Ocorre em savanas florestadas e savanas do centro-oeste ao nordeste do Brasil, no Paraguai e na Bolívia.

Protium heptaphyllum (Aubl.) Marchand (almécega) - Burseraceae

Sinônimo: *Icica heptaphylla* Aubl. Árvore, às vezes com mais de um tronco, com 5-18 m de altura, tronco com casca lisa, de 20-40 cm de diâmetro (figura 5 do Apêndice). Folhagem perene. Folhas compostas imparipinadas, normalmente com sete folíolos glabros (7-10 cm de comprimento por 4-5 cm de largura). Madeira meio pesada, dura, elástica, durável em interiores, boa para marcenaria, carpintaria e lenha. Ocorre em florestas e savanas florestadas por todo o Brasil e América do Sul, das Guianas e Colômbia à Argentina.

Terminalia argentea Mart. & Zucc. (capitão) - Combretaceae

Árvore com 5-16 m de altura, tronco com casa enegrecida, de 20-40 cm de diâmetro (figura 6 do Apêndice). Folhagem decídua. Folhas simples, opostas (6-14 cm de comprimento), com pelos seríceos quando nova. Madeira meio pesada, dura, utilizada em construção, caibros, marcenaria e lenha. Ocorre em florestas semidecíduas e savanas florestadas nos estados de Minas Gerais, Maranhão, Goiás, Mato Grosso do Sul, São Paulo e Paraná no Brasil e na Bolívia.

As 11 árvores componentes do conjunto de espécies para uma das curvas de estimativa de biomassa (representando o restante da comunidade arbórea) foram: *Agonandra brasiliensis* Miers ex Benth. & Hook f., *Alibertia sessilis* (Vell.) K. Schum., *Astronium fraxinifolium* Schott ex Spreng., *Hymenaea stigonocarpa* Mart. ex Hayne, *Pouteria* sp., *Rhamnidium elaeocarpum* Reissek, *Couepia grandiflora* (Mart. & Zucc.)

Benth. ex Hook f., *Sapium haemospermum* Müll. Arg., *Simarouba versicolor* A. St.-Hil., *Swartzia jorori* Harms e *Vatairea macrocarpa* (Benth.) Ducke.

Metodologia

A amostragem das árvores seguiu as recomendações de ANDERSON & INGRAM (1993), *Protium heptaphyllum* e *Magonia pubescens* contribuíram com mais de 10% da biomassa total do cerradão, enquanto que *Terminalia argentea*, *Licania minutiflora* e *Diptychandra aurantiaca* contribuíram com pouco mais de 5%*. As árvores foram divididas em classes de tamanho de acordo com os diâmetros observados no local amostrado, obtidos a partir de levantamento prévio da vegetação, pelo método de quadrantes*. Para cada uma das cinco espécies mais abundantes, foram cortadas e pesadas 10 árvores, casualmente amostradas dentro das classes de diâmetro consideradas. Para o restante da comunidade foram amostradas, casualmente, 11 árvores de diferentes espécies dentro das classes de diâmetro consideradas, sendo analisadas numa única categoria (ou equação) representando as espécies que contribuem menos na biomassa da comunidade.

Para cada árvore foi anotado o diâmetro à altura do peito (DAP), a área ocupada pela copa nos oito pontos cardeais e após a derrubada do indivíduo, a altura do fuste e a altura total (figura 7 do Apêndice). Os espécimes foram cortados com moto-serra a aproximadamente 10 cm do chão, separando tronco, galhos e folhas que foram imediatamente pesados no campo em dinamômetros (figura 8 Apêndice). O tronco foi cortado em segmentos de um metro, sendo anotado o diâmetro em cada extremidade, para posterior estimativa de volume de madeira (figura 9 do Apêndice). Discos de 5 a 10 cm de largura foram retirados de cada segmento, como subamostras para a estimativa do peso seco de troncos e galhos. Subamostras das folhas, de 15-25% do peso fresco total foram coletadas de várias posições da copa (figura 10 do Apêndice).

As subamostras do tronco (discos) secaram em temperatura ambiente por seis meses, as folhas foram secas em estufa de ar numa temperatura de 60 °C. A partir das subamostras foi estimado o peso completo do tronco, galhos e folhas.

O volume de madeira do tronco com casca (V) foi calculado a partir da fórmula $V = p H/3 (R^2 + r^2 + Rr)$, onde H = altura, R = raio maior e r = raio menor.

* Resultados descritos no Capítulo 3.

As análises de regressão foram realizadas pelo programa Systat (WILKINSON 1998). As medidas obtidas (diâmetro, volume, peso do tronco, dos galhos, das folhas) foram utilizadas para determinar as constantes a e b da equação alométrica $Y = a X^b$ onde Y = peso seco ou volume e X = diâmetro. Esta equação descreve a constante específica ou taxa de crescimento relativo entre as medidas do tamanho da planta e forma (NIKLAS 1994). A equação alométrica foi linearizada com a aplicação de logaritmo nos termos, $\ln Y = \ln a + b \ln X$, conhecida também como regressão log-log (GROVE & MALAJCZUK 1985), utilizada para homogeneização da variância sobre todos os dados amostrados, apesar de introduzir um erro sistemático, sendo reconhecida a necessidade de um fator de correção para neutralizar este erro (BASKERVILLE 1972, LEE 1982; SPRUGEL 1983). O fator de correção sugerido por SPRUGEL (1983) foi utilizado para algumas espécies (*Diptychandra aurantiaca*, *Protium heptaphyllum* e *Terminalia argentea*), quando se observou uma subestimação da biomassa. O fator de correção de SPRUGEL (1983) tem a seguinte fórmula: $FC = \exp(E^2/2)$, onde E é o erro padrão da análise.

Quando a análise de regressão linear apresentou um coeficiente de determinação (r^2) muito baixo ($< 0,8$) outros modelos foram testados (ANDERSON & INGRAM 1993), com a inclusão da altura e da área da copa, além do diâmetro. A seleção da melhor equação para cada caso foi baseada no maior r^2 , no menor valor do erro padrão (E) e no exame do resíduo (SCHACHT et al. 1988). Como TAUSCH & TUELLER (1988) observaram que a regressão log-log tão usada para estimar biomassa apresenta pouca precisão e acurácia quando comparada com a regressão não-linear, para todas as espécies foi feita também a regressão não-linear. Quando as curvas alométricas geradas pela regressão linear e pela não linear foram semelhantes, manteve-se a regressão linear, por ser mais simples. Para aquelas espécies que a regressão linear apresentou $r^2 < 0,8$ e as curvas alométricas diferiram, foi utilizada a regressão não linear.

Resultados

Todas as análises de regressão foram significativas com $P < 0,05$ e valores de r^2 próximo ou superior a 0,8 (tabela 1). Para a maioria das espécies foi encontrada uma boa relação entre os valores do peso seco e do volume com o diâmetro a altura do peito. Para quase todas as espécies a regressão linear apresentou curva de previsibilidade da

biomassa semelhante à obtida por regressão não-linear, exceto para *Licania minutiflora* e para o conjunto de 11 espécies. *Licania minutiflora* mostrou uma arquitetura (forma) muito afetada pelo sombreamento, com variação na altura das árvores e com o desenvolvimento da copa bem irregular e deslocada em relação ao tronco (acêntrica). Para estas espécies foram experimentadas regressões lineares incluindo os valores de altura e área da copa das árvores. A altura pouco contribuiu para a melhoria do modelo na regressão linear, apesar de alguns autores (SCHACHT et al. 1988; GILLESPIE & CUNIA 1989) sugerirem que a altura aumente a predição da biomassa. No entanto, a inclusão da área da copa melhorou um pouco o modelo de regressão linear para a estimativa da biomassa dos galhos e das folhas para o conjunto de 11 espécies. Ainda assim, a curva obtida pela regressão linear foi menos precisa que a da regressão não linear.

As regressões lineares log-log e o intervalo de confiança são apresentados na figura 1. As regressões foliares foram as que apresentaram menor intervalo de confiança e menor r^2 , com mais pontos dispersos. Estes podem ser explicados pelas variações no desenvolvimento das copas, devido ao sombreamento, e também por diferentes estágios de maturação foliar. O deslocamento da copa também foi observado em *Magonia pubescens*, *Terminalia argentea* e *Diptychandra aurantiaca*, mas menos intenso que em *Licania minutiflora*. No entanto, *Protium heptaphyllum* apresentou uma copa bem desenvolvida e regularmente distribuída ao redor do tronco, mesmo em condições de muito sombreamento, o que contraria a classificação da espécie como heliófita (LORENZI 1982). Entre as árvores desta espécie foram observadas folhas em diferentes estágios de maturação foliar que devem ter aumentado a variação dos pontos na regressão linear.

O programa utilizado (Systat) apontou *outliers* em três regressões lineares (tabela 1). Para *Diptychandra aurantiaca* foi mantido o *outlier* na análise, por ser uma variação normal da espécie e não afetar a normalidade do resíduo, nem a inclinação da reta. Os *outliers* de *Magonia pubescens* e *Licania minutiflora* foram excluídos da regressão linear, para aumentar a predição da curva, porque apesar de serem uma variação possível de ocorrer na natureza causaram muita interferência na inclinação da curva. Quando estes valores foram excluídos da regressão linear a curva gerada ficou semelhante à gerada pela regressão não linear.

Tabela 1. Valores obtidos por equações de regressão linear (L) e não linear (NL) para estimativa do volume e da biomassa total, do tronco, dos galhos e das folhas para árvores do Pantanal. Constantes calculadas (**a** e **b**) por regressão linear ($\ln Y = \ln a + b \ln D$) ou não linear ($Y = a d^b$), onde Y = peso seco ou volume de madeira, D = diâmetro a altura do peito, r^2 = quadrado do coeficiente de correlação, E = erro padrão da estimativa e FC = fator de correção.

Espécies	Parte	Equação	a	b	r^2	E	FC
<i>Diptychandra aurantiaca</i> D = 5 a 35 cm; n=10	Biomassa total	L	-2,119	2,380	0,986	0,167	1,0140
	Volume*	L	-9,810	2,573	0,990	0,153	-
	Tronco	L	-2,781	2,382	0,988	0,151	1,0115
	Galho	L	-3,314	2,508	0,952	0,329	1,0556
	Folha	L	-3,289	1,575	0,795	0,469	1,1101
<i>Protium heptaphyllum</i> D = 8 a 36 cm; n=10	Biomassa total	L	-2,083	2,536	0,971	0,250	-
	Volume	L	-8,914	2,266	0,974	0,212	1,0227
	Tronco	L	-2,065	2,150	0,976	0,191	1,0184
	Galho	L	-3,554	2,868	0,911	0,510	-
	Folha	L	-4,319	2,076	0,912	0,367	1,0697
<i>Magonia pubescens</i> D = 7 a 35 cm; n=10	Biomassa total	L	-2,888	2,795	0,994	0,123	-
	Volume	L	-8,730	2,269	0,994	0,100	-
	Tronco	L	-2,525	2,411	0,984	0,172	-
	Galho* [#]	L	-3,972	2,937	0,987	0,163	-
	Folha	L	-4,998	2,342	0,881	0,490	-
<i>Terminalia argentea</i> D = 6 a 31 cm; n=10	Biomassa total	L	-1,915	2,409	0,987	0,172	1,0149
	Volume	L	-8,285	2,113	0,949	0,300	1,0460
	Tronco	L	-1,380	1,984	0,950	0,281	-
	Galho	L	-5,161	3,195	0,920	0,581	1,1839
	Folha	L	-4,074	1,967	0,807	0,592	1,1915
<i>Licania minutiflora</i> D = 10 a 36 cm; n=10	Biomassa total	L	-2,265	2,386	0,912	0,322	-
	Volume* [#]	L	-9,376	2,439	0,975	0,176	-
	Tronco	NL	0,031	2,556	0,926	-	-
	Galho	NL	0,140	2,076	0,948	-	-
	Folha	NL	0,030	1,532	0,898	-	-
Conjunto de 11 espécies D = 6 a 27 cm; n=11	Biomassa total	L	-2,566	2,533	0,906	0,451	-
	Volume	NL	0,0005	1,899	0,973	-	-
	Tronco	NL	0,339	1,836	0,950	-	-
	Galho	NL	0,011	2,905	0,868	-	-
	Folha	NL	0,0001	3,756	0,903	-	-

* regressão com outlier

regressão com n=9

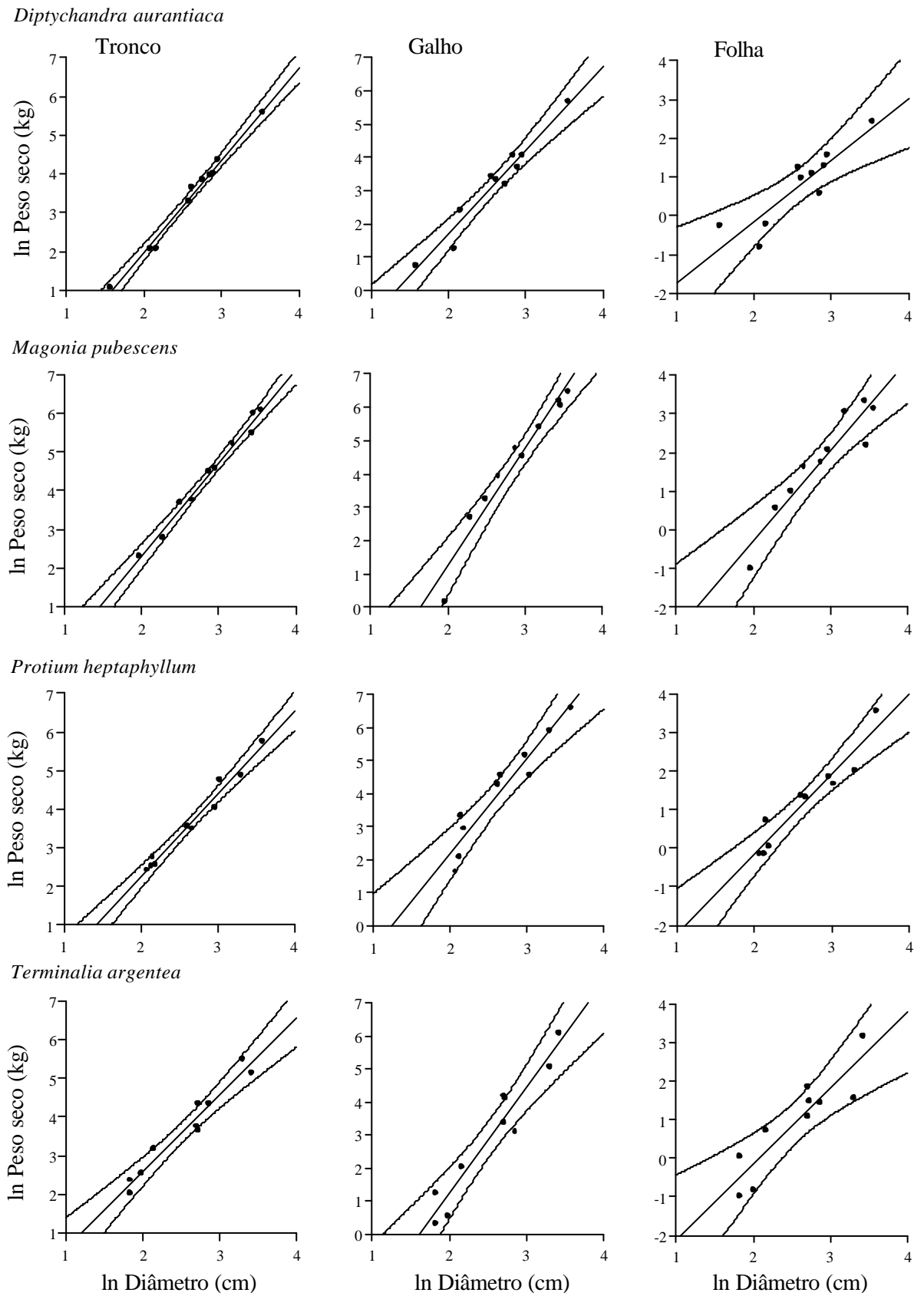


Figura 1. Regressões lineares (log–log) com intervalo de confiança de 95%.

A inclinação da reta de regressão para o volume de madeira do tronco (figura 2) foi semelhante para todas as espécies.

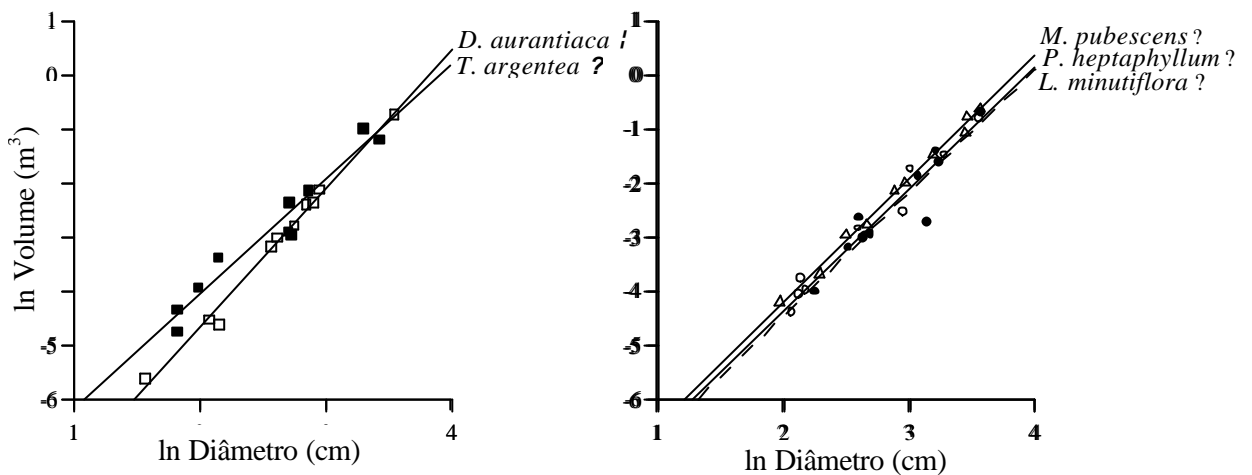


Figura 2. Regressões lineares (log-log) para estimativa do volume de madeira do fuste.

As curvas de regressão que mostram a relação alométrica entre o diâmetro a altura do peito e a biomassa total (tronco+galhos+folhas) das espécies estudadas (figura 3) foram calculadas usando os valores da tabela 1 na equação $Y = a X^b$. *Magonia pubescens* que apresentou mais biomassa, é uma árvore de grande porte com copa grande, formada por galhos muito grossos e madeira pesada. As demais também apresentam madeira pesada, com exceção de *Licania minutiflora* e de algumas espécies do conjunto de 11 indivíduos, mas nem sempre com copa tão desenvolvida, com exceção do *Protium heptaphyllum*, a segunda espécie em biomassa.

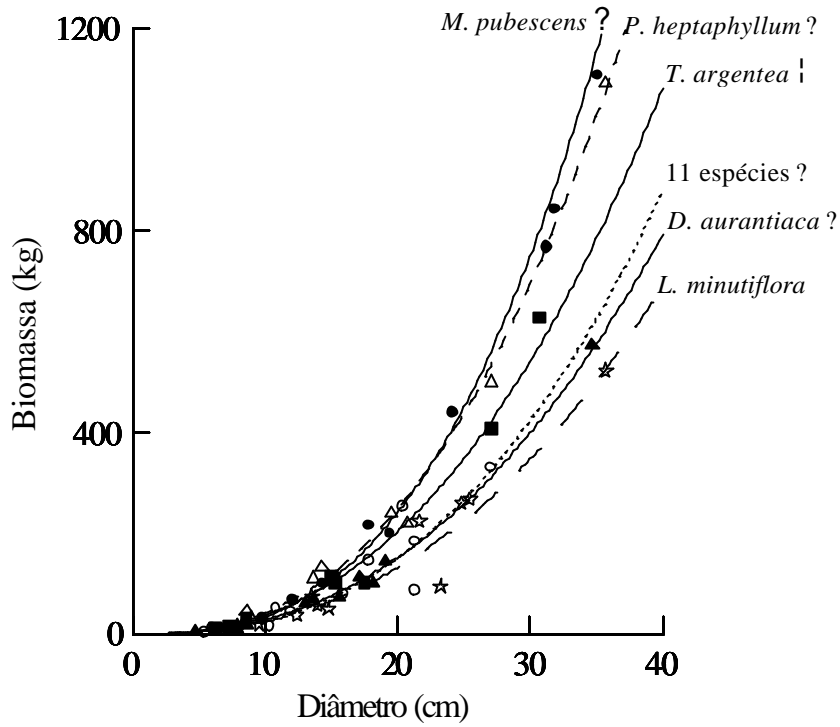


Figura 3. Biomassa total (peso seco) pela equação alométrica ($Y=a X^b$) para todas as espécies estudadas.

A porcentagem de biomassa do tronco e das folhas é maior nos indivíduos de menor diâmetro (tabela 2), sendo que as árvores com diâmetros maiores apresentaram uma maior porcentagem de biomassa dos galhos quando comparadas com as de diâmetros menores.

Tabela 2. Proporção de biomassa dos componentes das árvores nas classes de diâmetro do tronco. Os valores estão em porcentagem com desvio padrão. Valores sem o desvio padrão representam uma única árvore na classe.

Espécies	D (cm)	Tronco (%)	Galhos (%)	Folhas (%)
<i>Diptychandra aurantiaca</i>	5-15	51,18±10,24	42,67±10,33	6,15±4,20
	15-25	55,35±6,63	41,49±7,53	3,16±1,07
	25-35	47,53	50,46	2,01
<i>Licania minutiflora</i>	5-15	59,17±12,22	37,42±10,43	3,41±2,10
	15-25	41,36±22,91	57,06±23,31	1,58±0,43
	25-35	48,96±9,20	49,32±8,63	1,72±0,57
<i>Magonia pubescens</i>	5-15	59,26±19,26	36,34±18,29	4,40±1,04
	15-25	44,84±4,22	51,36±4,61	3,80±1,07
	25-35	39,87±8,45	57,84±7,15	2,29±1,33
<i>Protium heptaphyllum</i>	5-15	42,34±16,18	53,82±16,78	3,84±0,84
	15-25	39,18±20,71	58,29±20,53	2,53±0,18
	25-35	27,56±2,15	70,07±3,33	2,37±1,18
<i>Terminalia argentea</i>	5-15	68,54±19,71	26,16±18,44	5,30±2,42
	15-25	61,07±20,18	35,32±19,74	3,61±0,84
	25-35	43,95±23,27	53,55±21,35	2,50±1,92
Conjunto de 11 espécies	5-15	64,75±20,82	28,18±16,34	7,07±6,24
	15-25	55,63±8,93	40,92±8,98	3,45±1,07
	25-35	42,29	51,98	5,73

Discussão

A equação alométrica $Y = a X^b$, obtida por regressões lineares ou não lineares produziu uma boa descrição da relação entre o diâmetro à altura do peito e a biomassa das árvores conforme mencionam CLOUGH & SCOTT (1989) e NIKLAS (1994). Apesar de TAUSCH & TUELLER (1988) afirmarem que a regressão log-log tão comumente usada para estimar a biomassa apresenta uma menor precisão e acurácia que a regressão não-linear, para a maioria das espécies estudadas as curvas obtidas por

regressão linear e não linear foram semelhantes, algumas vezes coincidentes, principalmente no caso da biomassa total, do tronco e volume.

As curvas para a estimativa da biomassa foliar e do galho foram as que apresentaram uma variação natural maior, com um r^2 e um intervalo de confiança menor. Nestes casos, quando ocorreu uma maior dispersão dos pontos, o modelo não linear se mostrou melhor que o linear, principalmente no caso do conjunto de 11 espécies e de *Licania minutiflora*. No entanto, cabe ressaltar, que a regressão não linear, no caso do conjunto de espécies, é mais precisa para estimar a biomassa das árvores com diâmetros maiores (TAUSCH & TUELLER 1988), podendo subestimar a biomassa foliar nas árvores com diâmetros inferiores a 20 cm. Ou ainda, pode superestimar a biomassa do tronco e do volume nas árvores menores. As equações não lineares apresentam uma melhor estimativa para as árvores com maiores diâmetros. Na regressão linear ocorre o inverso, geralmente a curva é mais precisa para a estimativa da biomassa de árvores com diâmetros menores, superestimando a biomassa das árvores maiores, que num estudo de um ecossistema aumentaria muito o erro da biomassa estimada (TAUSCH & TUELLER 1988). Assim, a regressão não linear é a opção mais adequada para a estimativa da biomassa das árvores maiores, já que estas contribuirão com um valor maior e a superestimativa deste valor, quando se usa uma regressão linear, produziria um erro muito maior do que a regressão não linear pode causar.

O uso do fator de correção de SPRUGEL (1983), ao invés de corrigir uma subestimativa, pode superestimar a biomassa, principalmente em árvores com diâmetro acima de 30 cm (WESTMANN & ROGERS 1977, TAUSCH & TUELLER 1988). Este efeito ficou bem evidente em todas as curvas geradas para *Magonia pubescens*. Alguns autores não usam correção alguma, por considerarem pequena a diferença na estimativa da biomassa (MALIMBWI et al. 1994). No entanto, recomenda-se que seja analisado cada caso para confirmar ou não a necessidade do uso do fator de correção nas estimativas de biomassa.

A biomassa foliar foi a que apresentou menor contribuição para a biomassa total das árvores (geralmente até 5%), resultado esperado para espécies de porte arbóreo. CLOUGH & SCOTT (1989), HIGUCHI et al. (1994) e HAASE & HAASE (1995) trabalhando com árvores de mangue, floresta semidecídua e cerrado, respectivamente, observaram contribuição semelhante de biomassa foliar, em torno de 5%. No entanto,

para a espécie *Vochysia divergens*, árvore de floresta ciliar inundável, HAASE & HAASE (1995) encontraram uma contribuição maior das folhas, cerca de 10%.

A regressão linear (log-log) é a maneira mais simples, precisa e acurada de estimar a biomassa total e o volume para todas as espécies estudadas (*Diptychandra aurantiaca*, *Licania minutiflora*, *Magonia pubescens*, *Protium heptaphyllum* e *Terminalia argentea*). A regressão não-linear se mostrou mais eficaz que a regressão linear para estimar a biomassa do tronco, dos galhos e das folhas para *Licania minutiflora* e o conjunto de 11 espécies, que apresentaram uma dispersão maior dos pontos.

O diâmetro à altura do peito apresentou ótimos resultados tanto nas regressões lineares como nas não lineares para a estimativa da biomassa e do volume.

Referências bibliográficas

- ANDERSON, J.M. & INGRAM, J.S.I. (eds.). 1993. Tropical soil biology and fertility: a handbook of methods. 2nd Edition. CAB Internacional, Oxon. 221p.
- BASKERVILLE, G. 1972. Use of logarithmic regression in the estimation of plant biomass. Canadian Journal Forest 2: 49-53.
- BROWN, S., GILLESPIE, A.J.R. & LUGO, A.E. 1989. Biomass estimation for tropical forests with applications to forest inventory data. Forest Science 35: 881-902.
- CASTRO, E.A. & KAUFFMAN, J.B. 1998. Ecosystem structure in the Brazilian Cerrado: a vegetation gradient of aboveground biomass, root mass and consumption by fire. Journal of Tropical Ecology 14: 263-283.
- CLOUGH, B.F. & SCOTT, K. 1989. Allometric relationships for estimating above-ground biomass in six mangrove species. Forest Ecology and Management 27: 117-127.
- CUMMINGS, D.L., KAUFFMAN, J.B., PERRY, D.A. & HUGHES, R.F. 2002. Aboveground biomass and structure of rainforests in the southwestern Brazilian Amazon. Forest Ecology and Management 163: 293-307.
- DANTAS, M. 1989. Studies on succession in cleared areas of Amazonian rain forest. PhD Thesis, Oxford University. 397p.

- EMBRAPA. 1997. Boletim Agrometeorológico: 1986-1996 (Fazenda Nhumirim). Boletim Agrometeorológico 3. Embrapa – Centro de Pesquisa Agropecuária do Pantanal, Corumbá. 81p.
- FIGUEIREDO, E.O., PEREIRA, N.W.V. & WADT, L.H.O. 2000. Avaliação da composição estrutural e biomassa viva acima do solo, em florestas sob efeito da fragmentação na Amazônia Ocidental. Boletim de Pesquisa 26, Embrapa Acre, Rio Branco, 27p.
- FITTKAU, E.J. & KLINGE, H. 1973. On biomass and trophic structure of the Central Amazonian Rain forest ecosystem. *Biotropica* 5: 2-14.
- GILLESPIE, A.J.R. & CUNIA, T. 1989. Linear regression models for biomass table construction, using cluster samples. *Canadian Journal of Forestry Res.* 19: 664-673.
- GROVE, T.S. & MALAJCZUCK, N. 1985. Biomass product by trees and understory shrubs in an age series of *Eucalyptus diversicolor* F. Muell. *Stands. Forest Ecology and Management* 11, 59-74.
- HAASE, R. & HAASE, P. 1995. Above-ground biomass estimates for invasive trees and shrubs in the Pantanal of Mato Grosso, Brazil. *Forest Ecology Management* 73: 29-35.
- Hase, H., Foelster, H. & Lindheim, M. 1985. On the accuracy of estimating aboveground tree biomass in a evergreen forest near Manaus, Brazil. A simulation study. *Biotropica* 17: 191-95.
- HAY, J.D., HENRIQUES, R.P.B. & COSTA, S.R.A. 1982. Uma avaliação preliminar da possibilidade de usar equações de regressão para estimativas de biomassa na restinga. *Revista Brasileira de Botânica* 5, 33-36.
- HIGUCHI, N., SANTOS, J.M., IMANAGA, M. & YOSHIDA, S. 1994. Aboveground biomass estimate for Amazonian dense tropical moist forests. *The Memoirs of the Faculty of Agriculture Kagoshima University* 30:43-54.
- IMAÑA-ENCINAS, J., PAULA, J.E. & KLEINN, C. 1995. Wood biomass of one Gallery Forest. *Pesquisa Agropecuária Brasileira* 30: 421-427.
- JORDAN, C.F. & UHL, C. 1978. Biomass of a “terra firme” forest of the Amazon Basin. *Oecologia Plantarum* 13: 387-400.
- LEE, C.Y. 1982. Comparison of two correction methods for de bias due to the logarithmic transformation in the estimation of biomass. *Canadian Journal of Forestry Res.* 12, 326-331.
- LORENZI, H. 1992. Árvores brasileiras: manual de identificação e cultivo de plantas arbóreas nativas do Brasil. Plantarum, Nova Odessa, 352p.

- MALIMBWI, R.E., SOLBERG, B. & LUOGA, E. 1994. Estimation of biomass and volume in Miombo woodland at Kitulangalo Forest Reserve, Tanzania. *Journal of Tropical Forest Science* 7: 230-242.
- MISSOURI BOTANICAL GARDEN. 2003. Missouri Botanical Garden W3 Tropicos. Vascular Tropicos Nomenclatural Database no ar desde 1995. Disponível em <<http://www.mobot.org/W3T/Search/vast.html>>. Acesso em 15 maio 2003.
- MOREIRA-BURGER, D. & DELITTI, W.B.C. 1999. Fitomassa epígea da mata ciliar do rio Mogi-Guaçu, Itapira-SP. *Revista Brasileira de Botânica* 22: 429-435.
- NIKLAS, K.J. 1994. Plant allometry: the scaling of form and process. The University of Chicago Press, Chicago and London. 395p.
- PRANCE, G.T. 1972. Flora Neotropica: Chrysobalanaceae, Monograph n°. 9, Hafner Publishing Company, New York.
- POTT, A. & POTT, V.J. 1994. Plantas do Pantanal. Embrapa - CPAP e Embrapa - SPI, Brasília. 320p.
- SCHACHT, W.H., LONG, J.N. & MALECHEK, J.C. 1988. Above-ground production in cleared and thinned stands of Semiarid Tropical Woodland, Brazil. *Forest Ecology and Management* 23: 201-214.
- SORIANO, B.M.A. 1999. Caracterização climática da sub-região da Nhecolândia, Pantanal, MS. In *Anais do II Simpósio sobre Recursos Naturais e Sócio-econômicos do Pantanal*. (M. Dantas, J.B. Catto, E.K. Resende, E.K., coords.), Embrapa Pantanal, Corumbá, Brasil, p.151-158.
- SORIANO, B.M.A. 2002. Boletim Agrometeorológico: 1999 (Fazenda Nhumirim). Documentos 26. Embrapa Pantanal, Corumbá. 19p.
- SPRUGEL, D.G. 1983. Correcting for bias in log-transformed allometric equations. *Ecology* 64: 209-210.
- TAUSCH, R.J. & TUELLER, P.T. 1988. Comparison of regression methods for predicting singleleaf pinyon phytomass. *Great basin naturalist* 48: 39-45.
- WESTMANN, W.E. & ROGERS, R.W. 1977. Biomass and structure of a subtropical eucalypt forest, north Stradbroke Island. *Australian Journal of Botany* 25: 171-191.
- WILKINSON, L. 1998. *Systat – Systems of Statistics* 9. Chicago.

**FITOMASSA DE UMA SAVANA FLORESTADA NO
PANTANAL SUL MATO-GROSSENSE, BRASIL****Introdução**

A quantidade e a distribuição da biomassa é um dos aspectos importantes para a caracterização estrutural dos ecossistemas, pois expressa o potencial de acúmulo de energia e nutrientes da biota em interação com os fatores ambientais.

Do ponto de vista prático a biomassa da madeira é utilizada como matéria prima para diversos fins: madeira serrada para construções, postes, produção de celulose e papel, produção de energia pelo carvão vegetal ou pela própria lenha. Neste contexto a biomassa lenhosa é estimada por inventários florestais. Na visão ecológica, a estimativa da biomassa torna-se mais complexa, pois deve englobar não só a biomassa lenhosa útil (econômica), mas a biomassa total: folhas, folheto, biomassa das raízes e a matéria orgânica do solo (ALENCAR s.d.). Atualmente, as estimativas da biomassa dos ecossistemas são essenciais para a análise e o monitoramento dos reservatórios de carbono e sua influencia nas mudanças globais.

Segundo COOMES et al. (2002) muitas evidências indicam que vários ecossistemas terrestres não estão em equilíbrio, quando observados numa escala global, por exemplo: a) as florestas no leste norte-americano continuam a acumular biomassa, mais do que há um século depois do abandono das fazendas pelos colonos europeus (FOSTERS 1992, FAN et al. 1998); b) as savanas podem acumular carbono por décadas se forem protegidas (SAN JOSE et al. 1998); c) a influência humana na frequência das queimadas em savanas (MIRANDA et al. 2002), florestas secas tropicais, arbustos do Mediterrâneo e floresta boreal podem afetar a média do estoque de carbono por hectare (BOWMAN 1998); d) as árvores invasoras, como *Acacia* spp. na América do Sul (VITOUSEK et al. 1997) e *Vochysia adstringens* no Pantanal (HAASE & HAASE 1990) podem compensar o baixo crescimento da vegetação nativa;

e) mudanças climáticas e o aumento das concentrações de dióxido de carbono podem ter efeitos diretos na fisiologia na taxa de crescimento das árvores (MALHI & GRACE 2000) e efeitos indiretos na taxa de mortalidade e ciclagem (PHILLIPS 1996); e f) introduções de animais podem mudar a estrutura e composição da floresta, como a presença do gado no Pantanal que reduz o número de árvores jovens de algumas espécies (SOARES 1997). Em todos os exemplos, as ações humanas históricas e atuais causam mudanças no estoque de carbono por hectare.

Apesar da importância do estudo da biomassa, existem controvérsias sobre as estimativas feitas sobre a biomassa e o seqüestro de carbono. De acordo BOTKIN & SIMPSON (1990) e COOMES et al. (2002) os erros nas estimativas ocorrem porque ecologistas e florestais fazem suas medidas não tendo como meta a estimativa da área total do ecossistema. As estimativas muitas vezes são baseadas em dados de florestas maduras (com alta biomassa), coletadas pontualmente e extrapoladas para grandes áreas, sendo os valores sobreestimados (BOTKIN & SIMPSON 1990). O problema da extrapolação a partir de pequenos estudos provavelmente se estende a todos os tipos de vegetação (COOMES et al. 2002). BOTKIN & SIMPSON (1990) acreditam que os valores publicados sobre biomassa global total ou de áreas continentais são superestimados. Trabalhos recentes com dados de floresta tropical reforçam esta conclusão. Os resultados são mais acurados quando baseados em amostras representativas. BROWN et al. (1989) obtiveram uma equação global para determinação da biomassa mais precisa para as florestas tropicais de regiões mais úmidas do que para as florestas tropicais mais secas (com precipitação inferior a 1500 mm), devido a melhor representatividade de estudos de caso neste tipo de ecossistema.

Ainda são poucos os trabalhos sobre a biomassa produzida nos ecossistemas brasileiros. A maioria dos estudos estimou a biomassa em florestas úmidas na Amazônia (FITTKAU & KLINGE 1973, JORDAN & UHL 1978, HASE et al. 1985, BROWN et al. 1989, HIGUCHI et al. 1994, FIGUEIREDO et al. 2000, CUMMINGS et al. 2002). Em regiões com vegetação florestal e clima mais seco, têm-se alguns trabalhos que estimaram produção de biomassa em caatinga (SCHACHT et al. 1988) e cerrado (CASTRO & KAUFFMAN 1998 e DELITTI 1998). Segundo COOMES et al. (2002) dados sobre arbustos são incomuns no mundo, mas podem precisar de mais

atenção se a reversão da área de agricultura para vegetação nativa for incluída como seqüestro de carbono no Protocolo de Kyoto.

O objetivo deste trabalho foi estimar a biomassa aérea total e comparar a contribuição de cada estrato para esse total numa savana florestada (cerradão) no Pantanal da Nhecolândia, visando obter informações para embasar a conservação e o uso sustentável dessa formação.

Material e Métodos

Área de estudo

O estudo foi realizado numa savana florestada (cerradão) na fazenda Rio Negro (figura 1 do Apêndice), no Pantanal da Nhecolândia, Mato Grosso do Sul, Brasil (19°30' S, 56°12' W). O cerradão estudado estava sem a presença de gado a alguns anos. O estrato herbáceo era pouco desenvolvido e as lianas ausentes. O clima da região é do tipo Aw, segundo a classificação de Köppen, ou seja, tropical megatérmico, com a temperatura média do mês mais frio superior a 18 °C, com inverno seco e chuvas no verão. As médias anuais de precipitação e temperatura, no período de 1977-1995, foram 1.182,7 mm e 25,5 °C, respectivamente (SORIANO 1999). A maior precipitação média ocorre em janeiro, com 216,8 mm e a menor, em julho, com 19,7 mm (SORIANO 2002). As temperaturas máximas absolutas podem chegar a 40 °C nos meses de outubro a janeiro, e as mínimas, próximas a 0 °C, nos meses de junho e julho (EMBRAPA 1997). A região pode apresentar uma deficiência hídrica anual superior a 300 mm, principalmente nos meses de agosto a outubro (SORIANO 1999).

Metodologia

O estudo da biomassa foi antecedido pelo levantamento fitossociológico, pela coleta destrutiva e o desenvolvimento de equações locais, conforme sugere ANDERSON & INGRAM (1993).

O levantamento fitossociológico foi realizado em maio de 2000. A amostragem foi feita pelo método de quadrantes centrados (BROWER & ZAR 1984), com 39 pontos amostrados para o dossel e 35, para o sub-bosque, tomando-se 20 pontos numa primeira

linha, distanciados de 15 m entre si, e o restante numa segunda linha, a partir de 10 m da borda da cordilheira. Para a amostragem do dossel foram incluídas árvores com CAP (circunferência à altura do peito) igual ou superior a 15 cm. Para o sub-bosque amostraram-se indivíduos lenhosos com mais de 1,30 m de altura total e com menos de 15 cm de CAP. Os indivíduos com caules múltiplos tiveram todos os perímetros, à altura do peito, anotados. Os indivíduos amostrados tiveram a altura estimada, foram coletados e o material botânico foi depositado no herbário da Embrapa Pantanal (CPAP), com algumas duplicatas no herbário da Universidade Estadual Paulista - Rio Claro. A identificação foi realizada com auxílio de bibliografia especializada, por comparação com material de herbário (CPAP e UEC) e envio a especialista.

Os descritores fitossociológicos, densidade absoluta (DA) e relativa (DR), dominância relativa (DoR) e índice sintético de cobertura (IC) de acordo com MARTINS (1991), foram calculados no programa FITOPAC (SHEPHERD 1988).

As estimativas da biomassa aérea arbórea e do volume de madeira foram realizadas a partir das equações alométricas obtidas localmente. As equações alométricas foram desenvolvidas por regressões lineares e não lineares, com a amostragem de 10 árvores das cinco espécies arbóreas mais abundantes no cerradão, além da palmeira *Attalea phalerata*, e de 11 indivíduos de diferentes espécies representando o restante da comunidade*. Para *Attalea phalerata*, segunda espécie em dominância, foi desenvolvida uma equação para a estimativa da biomassa da espécie. Foram cortadas nove palmeiras com diferentes alturas de colmo, abrangendo toda a gama observada no cerradão. Após a secagem do material, o peso seco do colmo e das folhas foi utilizado numa regressão linear simples ($Y = a + b X$) para a estimativa das constantes **a** e **b**, onde Y = biomassa total da palmeira e X = altura do colmo.

O volume de madeira foi estimado apenas para os troncos, com casca, excluídos os galhos, para as árvores com CAP = 15cm.

A biomassa do estrato herbáceo (plantas com altura inferior a 1,3 m) foi obtida pelo corte, ao nível do solo, das plantas em 10 parcelas de 3 m² (3 x 1 m), distribuídas aleatoriamente. O peso fresco foi obtido no campo, com dinamômetro, e o peso seco, após secagem em estufa a 60 °C.

* As equações foram apresentadas no Capítulo 2.

Resultados e Discussão

Foram amostradas 36 espécies de árvores com CAP = 15 cm e 28 espécies, com CAP < 15 cm, sendo que 42% das espécies, em ambos os casos, foram amostradas com apenas um indivíduo. Dezenove espécies foram comuns aos dois estratos, com destaque para *Protium heptaphyllum* e *Casearia sylvestris* que ocorreram com muitos indivíduos em ambos os estratos (tabela 1 e 2).

Tabela 1. Espécies amostradas no dossel do cerradão (CAP = 15 cm) da fazenda Rio Negro, Pantanal da Nhecolândia, MS, em ordem decrescente de número de indivíduos amostrados (N°.ind.), densidade absoluta (DA), densidade relativa (DR), dominância relativa (DoR) e índice de cobertura (IC).

Espécie	N°.ind.	DA (árvore/ha)	DR (%)	DoR (%)	IC (%)
<i>Protium heptaphyllum</i>	22	113,7	14,1	8,7	11,4
<i>Diptychandra aurantiaca</i>	15	77,5	9,6	6,3	7,9
<i>Magonia pubescens</i>	12	62,0	7,7	6,4	7,0
<i>Terminalia argentea</i>	11	56,9	7,0	5,5	6,3
<i>Licania minutiflora</i>	10	51,7	6,4	7,2	6,8
<i>Attalea phalerata</i>	9	46,5	5,8	22,2	14,0
<i>Casearia sylvestris</i>	9	46,5	5,8	0,6	3,2
<i>Dipteryx alata</i>	8	41,4	5,1	5,0	5,1
<i>Tabebuia impetiginosa</i>	6	31,0	3,8	10,6	7,2
<i>Chomelia obtusa</i>	5	25,8	3,2	1,1	2,2
<i>Alibertia sessilis</i>	5	25,8	3,2	0,5	1,9
<i>Vitex cymosa</i>	5	25,8	3,2	10,8	7,0
<i>Dilodendron bipinnatum</i>	4	20,7	2,6	2,6	2,6
<i>Pouteria</i> sp.	4	20,7	2,6	1,2	1,9
<i>Astronium fraxinifolium</i>	3	15,5	1,9	1,1	1,5
<i>Lafoensia pacari</i>	3	15,5	1,9	1,5	1,7
<i>Casearia decandra</i>	2	10,3	1,3	0,8	1,0
<i>Chrysophyllum marginatum</i>	2	10,3	1,3	0,8	1,1
<i>Linociera hassleriana</i>	2	10,3	1,3	0,8	1,0
<i>Acrocomia aculeata</i>	2	10,3	1,3	0,5	0,9
<i>Sterculia apetala</i>	2	10,3	1,3	1,6	1,4
Outras 15 espécies	15	77,6	9,6	4,2	6,9

Tabela 2. Espécies amostradas no sub-bosque do cerradão (CAP < 15 cm e altura superior a 1,30 m) da fazenda Rio Negro, Pantanal da Nhecolândia, MS, em ordem decrescente de número de indivíduos amostrados (N°.ind.), densidade absoluta (DA), densidade relativa (DR), dominância relativa (DoR) e índice de cobertura (IC).

Espécie	N°.ind.	DA(árvore/ha)	DR (%)	DoR (%)	IC (%)
<i>Alibertia sessilis</i>	37	424,5	26,5	20,3	23,4
<i>Protium heptaphyllum</i>	15	172,1	10,7	9,5	10,1
<i>Casearia sylvestris</i>	12	137,7	8,6	15,0	11,8
<i>Chomelia obtusa</i>	12	137,7	8,6	11,0	9,8
<i>Copaifera martii</i>	12	137,7	8,6	7,6	8,1
<i>Rhamnidium elaeocarpum</i>	10	114,7	7,1	5,9	6,5
<i>Diptychandra aurantiaca</i>	4	45,9	2,9	2,2	2,5
<i>Magonia pubescens</i>	4	45,9	2,9	1,3	2,1
<i>Bauhinia rufa</i>	4	45,9	2,9	1,2	2,0
<i>Banisteriopsis pubipetala</i>	4	45,9	2,9	1,2	2,0
<i>Attalea phalerata</i>	3	34,4	2,1	2,6	2,3
<i>Tabebuia impetiginosa</i>	3	34,4	2,1	3,7	2,9
<i>Dipteryx alata</i>	2	22,0	1,4	1,5	1,5
<i>Syagrus flexuosa</i>	2	22,0	1,4	1,3	1,4
Bambusoideae	2	22,0	1,4	1,2	1,3
<i>Casearia decandra</i>	2	22,0	1,4	0,9	1,2
Outras 12 espécies	12	137,6	8,5	13,6	11,1

O cerradão apresentou um dossel com altura em torno de 11 m e diâmetro médio de 20 cm, com alguns indivíduos atingindo até 30 m de altura e diâmetro de 68 cm. O dossel apresentou aproximadamente 800 árvores por hectare. As espécies mais abundantes do dossel foram *Protium heptaphyllum*, *Magonia pubescens*, *Diptychandra aurantiaca*, *Licania minutiflora*, *Terminalia argentea*, *Dipteryx alata* e *Attalea phalerata* (tabela 1). Abaixo do dossel, com indivíduos até 3 m, um sub-bosque com cerca de 1.600 indivíduos por hectare, composto principalmente por *Alibertia sessilis*, *Protium heptaphyllum*, *Casearia sylvestris*, *Chomelia obtusa*, *Copaifera martii* e *Rhamnidium elaeocarpum* (tabela 2).

O estrato herbáceo, pouco desenvolvido, apresentou muitos indivíduos de *Bromelia balansae*, poucas plantas jovens e alguns arbustos. DUBS (1992) observou o mesmo tipo de estratificação em três cerradões do Pantanal da Nhecolândia, árvores geralmente com 10-12 m; presença de um estrato mais baixo, com abundância de

Alibertia sessilis na sombra das árvores mais altas. E um estrato inferior, com uma camada de arbustos, com denso crescimento de bromélias terrestres.

As cinco espécies de árvores mais abundantes no cerradão do Rio Negro, juntamente com a palmeira *Attalea phalerata*, contribuíram com aproximadamente 50% da fitomassa aérea total calculada (tabela 3). *Magonia pubescens* contribuiu com elevada porcentagem de biomassa, apesar de não apresentar altos valores de DoR e IC (tabela 1). DoR e IC são medidas comumente usadas em trabalhos de fitossociologia para expressar a contribuição da biomassa da espécie na comunidade, mas, por se basear na área basal do tronco, não considerando a arquitetura da planta, tanto pode superestimar, como subestimar, a contribuição da espécie. No caso de *M. pubescens* ocorreu uma subestimativa, porque a espécie apresenta galhos volumosos que muito contribuíram para biomassa do cerradão. No sentido oposto, tem-se a palmeira *Attalea phalerata* que apresentou elevados valores de DoR e IC, devido a elevada estimativa da área basal do colmo por causa das bainhas persistentes, e como a espécie não apresenta um cerne, contribuiu pouco para a biomassa da comunidade.

A fitomassa aérea total estimada foi de 198,6 t/ha (tabela 3), valor superior ao observado em campo cerrado (24 t/ha) por DELITTI & MEGURO (1984), em cerrado denso (24,9 t/ha) por CASTRO & KAUFFMAN (1998) e em mata ciliar (132-133 t/ha) por IMAÑA-ENCINAS et al. (1995) e MOREIRA-BURGER & DELITTI (1999). Mas é uma fitomassa inferior ao estimado por CUMMINGS et al. (2002) para uma floresta úmida na Amazônia (312,8 – 376,6 t/ha). A fitomassa do dossel (árvores com CAP = 15 cm) foi de 196 t/ha, valor muito superior ao observado por SINGH & SINGH (1991) numa floresta tropical seca indiana (46,7 t/ha), já para o estrato herbáceo, os valores obtidos foram próximos, 0,44 t/ha, no cerradão e 0,35 t/ha na mata seca estudada por SINGH & SINGH (1991). Para o sub-bosque foi encontrada uma biomassa de 2,6 t/ha, valor muito menor ao obtido por SINGH & SINGH (1991) em floresta indiana (14 t/ha) e ao mencionado por DELITTI (1998) de 4,8 a 7,8 t/ha para o estrato herbáceo-subarbustivo do cerrado, que segundo o autor pode chegar a 70 t/ha em área de cerradão.

A biomassa aérea é o mais importante reservatório de nutrientes do campo cerrado, segundo DELITTI (1998), e parece que o mesmo ocorre com o cerradão. O dossel (estrato arbóreo) concentra praticamente toda a fitomassa, armazenando 98,7%

da biomassa aérea total (tronco, galhos e folhas). O estrato arbustivo contribuiu com 1,1% e o herbáceo com somente 0,2%. corroborando o conceito de COUTINHO (1978), que as floras campestres e arbóreas do cerrado *sensu lato* são antagônicas. Neste cerradão não foram observadas lianas. As lianas podem contribuir de 0,3 a 11%, em florestas mais úmidas como a amazônica (JORDAN & UHL 1978) e nas matas ciliares (MOREIRA-BURGER & DELITTI 1999), respectivamente.

Tabela 3. Biomassa aérea estimada, em tonelada/hectare (t/ha), para o cerradão da fazenda Rio Negro, Pantanal da Nhecolândia, MS.

Estrato	Espécies	Biomassa (t/ha)	Biomassa (%)
Árvores com CAP = 15 cm (Dossel)	<i>Protium heptaphyllum</i>	28,71	14,46
	<i>Magonia pubescens</i>	22,49	11,33
	<i>Terminalia argentea</i>	13,75	6,92
	<i>Licania minutiflora</i>	12,53	6,31
	<i>Diptychandra aurantiaca</i>	11,33	5,71
	<i>Attalea phalerata*</i>	7,19	3,62
	Outras 30 espécies	99,98	50,35
	Total	195,98	98,70
Árvores e arbustos com CAP < 15 cm (Sub-bosque)	<i>Attalea phalerata*</i>	1,33	0,67
	<i>Protium heptaphyllum</i>	0,11	0,05
	<i>Diptychandra aurantiaca</i>	0,02	0,01
	<i>Magonia pubescens</i>	0,01	0,01
	Outras 24 espécies	0,67	0,34
	Total	2,14	1,08
Plantas com menos de 1,30 m (Herbáceas)	Total	0,44	0,22
	Biomassa Total	198,56	100

* Utilizou-se a equação $Y = 0,187 + 0,512 X$ para o cálculo da biomassa, onde Y é a biomassa da palmeira e X, a altura do colmo. O r^2 foi 0,849 e o erro, 0,182.

O teor médio de água encontrado nas folhas das cinco espécies mais abundantes do cerradão variou de 56,8 a 68,2% (tabela 4), teor semelhante ao encontrado por GOLLEY et al. (1978) em floresta úmida (63,2 a 64,3%) e por MOREIRA-BURGER & DELITTI (1999) em mata ciliar (62%). A porção lenhosa da vegetação apresentou teores em torno de 41 a 48,9% para os galhos e de 31,5 a 43,5% para os troncos, um pouco abaixo do teor observado para o lenho em mata úmida (48,4 a 54,2%) por GOLLEY et al (1978) e em mata ciliar (51%) por MOREIRA-BURGER & DELITTI (1999).

Tabela 4. Valores médios do teor de água em porcentagem (%) do peso fresco, para as espécies estudadas no cerradão da fazenda Rio Negro, Pantanal da Nhecolândia, MS.

Espécies	Folhas	Galhos	Tronco
<i>Licania minutiflora</i>	63,7	48,9	42,3
<i>Terminalia argentea</i>	68,2	42,9	34,7
<i>Magonia pubescens</i>	60,8	47,3	35,1
<i>Diptychandra aurantiaca</i>	66,5	41,3	33,9
<i>Protium heptaphyllum</i>	56,8	41,0	31,5
Conjunto de 11 espécies	63,4	47,9	43,5

A área basal por hectare das árvores com CAP = 15 cm foi de 36,21 m²/ha, valor superior ao observado por e por IMAÑA-ENCINAS et al. (1995) numa mata de galeria (26,44 m²/ha), em Brasília. No entanto, a área basal é inferior a encontrada por MOREIRA-BURGER & DELITTI (1999) também em mata ciliar (52,02 m²/ha), mas no Estado de São Paulo.

Existem poucos trabalhos sobre biomassa em áreas de savanas e cada autor utiliza um critério diferente para o cálculo do volume, dificultando muito a comparação dos resultados obtidos. O volume estimado de madeira do tronco foi de 123,95 m³/ha (tabela 5), valor pouco inferior ao encontrado por IMAÑA-ENCINAS et al. (1995) em floresta de galeria (158,05 m³/ha). IMAÑA-ENCINAS et al. (1995) observaram que 87% do volume da madeira estimada estava nos troncos e 13%, nos galhos. Enquanto que MALIMBWI et al. (1994) observaram numa savana africana, que 51% do volume da madeira estava nos troncos das árvores com mais de 15 cm de diâmetro e 49%, nos galhos. Apesar de não ter sido estimado o volume de madeira dos galhos no presente estudo, observou-se que *Magonia pubescens* possuía galhos com diâmetro elevado com um considerável volume de madeira que não foi incluído na estimativa da espécie. As demais espécies não apresentaram galhos tão volumosos.

Ressalta-se que mais trabalhos de estimativa de biomassa aérea e volume de madeira devem ser conduzidos no Pantanal e também em outras formações arbóreas do Brasil com regime pluvial anual inferior a 1.500 mm para que se possa manejá-las e conservá-las de forma adequada.

Tabela 5. Volume de madeira estimado dos troncos com casca das árvores do cerradão da fazenda Rio Negro, Pantanal da Nhecolândia, MS.

Estrato	Espécies	Volume (m ³ /ha)
Árvores com CAP = 15 cm	<i>Protium heptaphyllum</i>	12,83
	<i>Licania minutiflora</i>	12,28
	<i>Magonia pubescens</i>	11,14
	<i>Diptychandra aurantiaca</i>	9,51
	<i>Terminalia argentea</i>	9,36
	Outras 29 espécies	68,83
Volume Total		123,95

Referências bibliográficas

- ALENCAR, J.C. s.d. Avaliação de biomassa e produtividade em floresta tropical. In Apostila com Conferência do Encontro sobre Silvicultura e Manejo Florestal na Amazônia. 42p.
- ANDERSON, J.M. & INGRAM, J.S.I. (eds.). 1993. Tropical soil biology and fertility: a handbook of methods. 2 ed., CAB Internacional, Oxon.
- BOTKIN, D.B. & SIMPSON, L.G. 1990. Biomass of the North American boreal forest. *Biogeochemistry* 9:161-174.
- BOWMAN, D. 1998. The impact of aboriginal landscape burning on the Australian biota. *Tansley review No. 101. New Phytologist* 140:385-410.
- BROWER, J.E. & ZAR, J.H. 1984. Field and laboratory methods for general ecology. 2 ed., C. Brown, Iowa.
- BROWN, S., GILLESPIE, A.J. & LUGO, A.E. 1989. Biomass estimation methods for tropical forest with applications to forest inventory data. *Forest Science* 35:881-902.
- CASTRO, E.A. & KAUFFMAN, J.B. 1998. Ecosystem structure in the Brazilian Cerrado: a vegetation gradient of aboveground biomass, root mass and consumption by fire. *Journal of Tropical Ecology* 14:263-283.
- COOMES, D.A., ALLEN, R.B., SCOTT, N.A., GOULDING, C. & BEETS, P. 2002. Designing systems to monitor carbon stocks in forests and shrublands. *Forest Ecology and Management* 164:89-108.

- COUTINHO, L.M. 1978. O conceito de Cerrado. *Revista Brasileira de Botânica* 7:17-23.
- CUMINGS, D.L., KAUFFMAN, J.B., PERRY, D.A. & HUGHES, R.F. 2002. Aboveground biomass and structure of rain forests in the southwestern Brazilian Amazon. *Forest Ecology Management* 163:293-307.
- DELITTI, W.B.C. 1998. Ciclagem de nutrientes em cerradões. In *Anais do Seminário Regional de Ecologia*, 8, UFSCar, São Carlos, p.1031-1046.
- DELITTI, W.B.C. & MEGURO, M. 1984. Biomassa e mineralomassa epigéias do campo cerrado de Mogi-Guaçu, SP. In *36 Reunião Anual da SBPC. Ciência e Cultura* 36 supl.: 612.
- DUBS, B. 1992. Observations on the differentiation of woodland and wet savanna habitats in the Pantanal of Mato Grosso, Brazil. In *Nature and dynamics of forest-savanna boundaries* (P.A. Furley, J. Proctor & Ratter, J.A, eds). Chapman & Hall, London, p.431-449.
- EMBRAPA. 1997. Boletim Agrometeorológico: 1986-1996 (Fazenda Nhumirim). Boletim Agrometeorológico 3. Embrapa – Centro de Pesquisa Agropecuária do Pantanal, Corumbá. 81p.
- FAN, S., GLOOR, M. MAHLMAN, J., PACALA, S., SARMIENTO, J., TAKAHASHI, T. & TANS, P. 1998. A large terrestrial carbon sink in North America implied by atmospheric and oceanic carbon dioxide data and models. *Science* 282:442-446.
- FIGUEIREDO, E.O., PEREIRA, N.W.V. & WADT, L.H.O. 2000. Avaliação da composição estrutural e biomassa viva acima do solo, em florestas sob efeito da fragmentação na Amazônia Ocidental. *Boletim de Pesquisa* 26, Embrapa Acre, Rio Branco, 27p.
- FITTKAU, E.J. & KLINGE, H. 1973. On biomass and trophic structure of the Central Amazonian rain forest ecosystem. *Biotropica* 5:2-14.
- FOSTERS, D.R. 1992. Land-use history (1730-1990) and vegetation dynamics in Central New England, USA. *Journal of Ecology* 80:753-772.
- GOLLEY, F.B., MCGINNIS, J.T., CLEMENTS, R.G., CHILD, G.I. & DUEVER, M.J. 1978. Ciclagem de nutrientes em um ecossistema de floresta tropical úmida. EDUSP, São Paulo.
- HASE, H., FOELSTER, H. & LINDHEIM, M. 1985. On the accuracy of estimating aboveground tree biomass in a evergreen forest near Manaus, Brazil. A simulation study. *Biotropica* 17:191-95.

- HAASE, R. & HAASE, P. 1995. Above-ground biomass estimates for invasive trees and shrubs in the Pantanal of Mato Grosso, Brazil. *Forest Ecology Management* 73: 29-35.
- HIGUCHI, N., SANTOS, J.M., IMANAGA, M. & YOSHIDA, S. 1994. Aboveground biomass estimate for Amazonian dense tropical moist forests. *The Memoirs of the Faculty of Agriculture Kagoshima University* 30:43-54.
- IMAÑA-ENCINAS, J., PAULA, J.E. & KLEINN, C. 1995. Wood biomass of one Gallery forest. *Pesquisa Agropecuária Brasileira* 30:421-427.
- JORDAN, C.F. & UHL, C. 1978. Biomass of a “Tierra firme” Forest of the Amazon Basin. *Oecologia Plantarum* 13(4):387-400.
- MALHI, Y. & GRACE, J. 2000. Tropical forests and atmospheric carbon dioxide. *Trends in Ecology and Evolution*. E 15:332-337.
- MALIMBWI, R.E., SOLBERG, B. & LUOGA, E. 1994. Estimation of biomass and volume in Miombo woodland at Kitulangalo Forest Reserve, Tanzania. *Journal of Tropical Forest Science* 7:230-242.
- MARTINS, F.R. 1991. Estrutura de uma floresta mesófila. Série Teses, Editora da Universidade Estadual de Campinas, Campinas.
- MIRANDA, H.S., BUSTAMANTE, M.M.C. & MIRANDA, A.C. 2002. The fire factor. In *The cerradões of Brazil: ecology and natural history of Neotropical savanna*. (P.S. Oliveira & R.J. Marquis, eds.). Columbia University Press, New York, p.51-68.
- MOREIRA-BURGER, D. & DELITTI, W.B.C. 1999. Fitomassa epigéa da Mara ciliar do rio Mogi-Guaçu, Itirapina – SP. *Revista Brasileira de Botânica* 22:429-435.
- PHILLIPS, O.L. 1996. Long-term environmental change in tropical forests: increasing tree turnover. *Environmental Cons.* 23:235-248.
- SAN JOSE, J.J., MONTES, R.A. & FARIÑAS, M.R. 1998. Carbon stocks and fluxes in a temporal scaling from a savanna to a semi-deciduous forest. *Forest Ecology and Management* 105:251-262.
- SHEPHERD, G.J. 1988. FITOPAC – versão preliminar. Departamento de Botânica, UNICAMP.
- SCHACHT, W.H., LONG, J.N., MALECHEK, J.C. 1988. Above-ground production in cleared and thinned stands of Semiarid Tropical Woodland, Brazil. *Forest Ecology and Management* 23:201-214.
- SINGH, L. & SINGH, J.S. 1991. Species structure, dry matter dynamics and carbon flux of a dry tropical forest en India. *Annals of Botany* 68:263-273.

- SOARES, C.R.A. 1997. Estrutura e composição florística de duas comunidades vegetais sob diferentes condições de manejo, Pantanal da Nhecolândia, MS. Tese de mestrado, Universidade Federal do Mato Grosso, Cuiabá.
- SORIANO, B.M.A. 1999. Caracterização climática da sub-região da Nhecolândia, Pantanal, MS. In Anais do II Simpósio sobre Recursos Naturais e Sócio-econômicos do Pantanal (M. Dantas, J.B. Catto & E.K. Resende, coords.). Embrapa Pantanal, Corumbá, p.151-158.
- SORIANO, B.M.A. 2002. Boletim Agrometeorológico: 1999 (Fazenda Nhumirim). Documentos 26. Embrapa Pantanal, Corumbá. 19p.
- VITOUSEK, P.M., D'ANTONIO, C.M., LOOPE, L.L., REJMANEK, M., WESTBROOKS, R. 1997. Introduced species – a significant component of human-caused global change. *New Zealand Journal of Ecology* 21:1-16.

CONSIDERAÇÕES FINAIS

As seis áreas de cerradão do Pantanal da Nhecolândia, apesar de estarem todas num único tipo de Pantanal, mostraram-se muito heterogêneas, apresentando composição florística e estrutura distintas, relacionadas aos diferentes níveis de fertilidade do solo. Este estudo de comparação também permitiu levantar pontos interessantes, como a preferência de *Qualea grandiflora* por solos com mais disponibilidade de fósforo e discutir a provável influência da ação antrópica na alteração da estrutura do cerradão.

Em relação aos estudos de estimativa de biomassa, observou-se que a regressão linear apresentou curva de predição da biomassa semelhante à obtida por regressão não-linear, exceto para *Licania minutiflora* e o conjunto de 11 espécies. O diâmetro à altura do peito (DAP) apresentou ótimos resultados nas regressões lineares e nas não lineares para a estimativa da biomassa e do volume das espécies estudadas.

Ressalta-se que mais trabalhos de estimativa de biomassa aérea e volume de madeira devem ser conduzidos no Pantanal e também em outras formações arbóreas do Brasil com regime pluvial anual inferior a 1.500 mm para que se possa manejá-las e conservá-las de forma adequada.

APÊNDICE

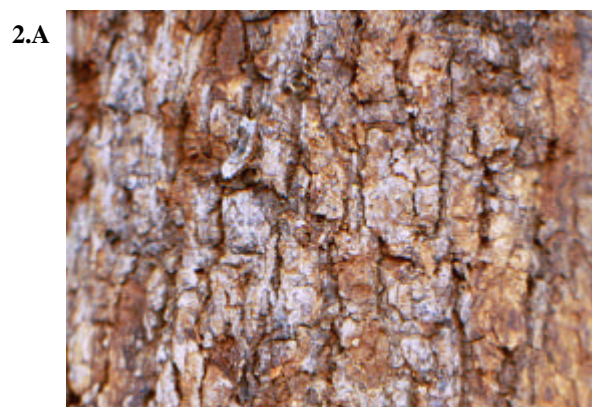


Figura 1. Cerradão na fazenda Rio Negro, Pantanal da Nhecolândia, MS; **Figura 2.** *Diptychandra aurantiaca* Tul. (carvão-vermelho), tronco (A) e folhas (B); **Figura 3.** *Licania minutiflora* (Sagot) Fritsch (cedro d'água), tronco (A) e folhas (B).

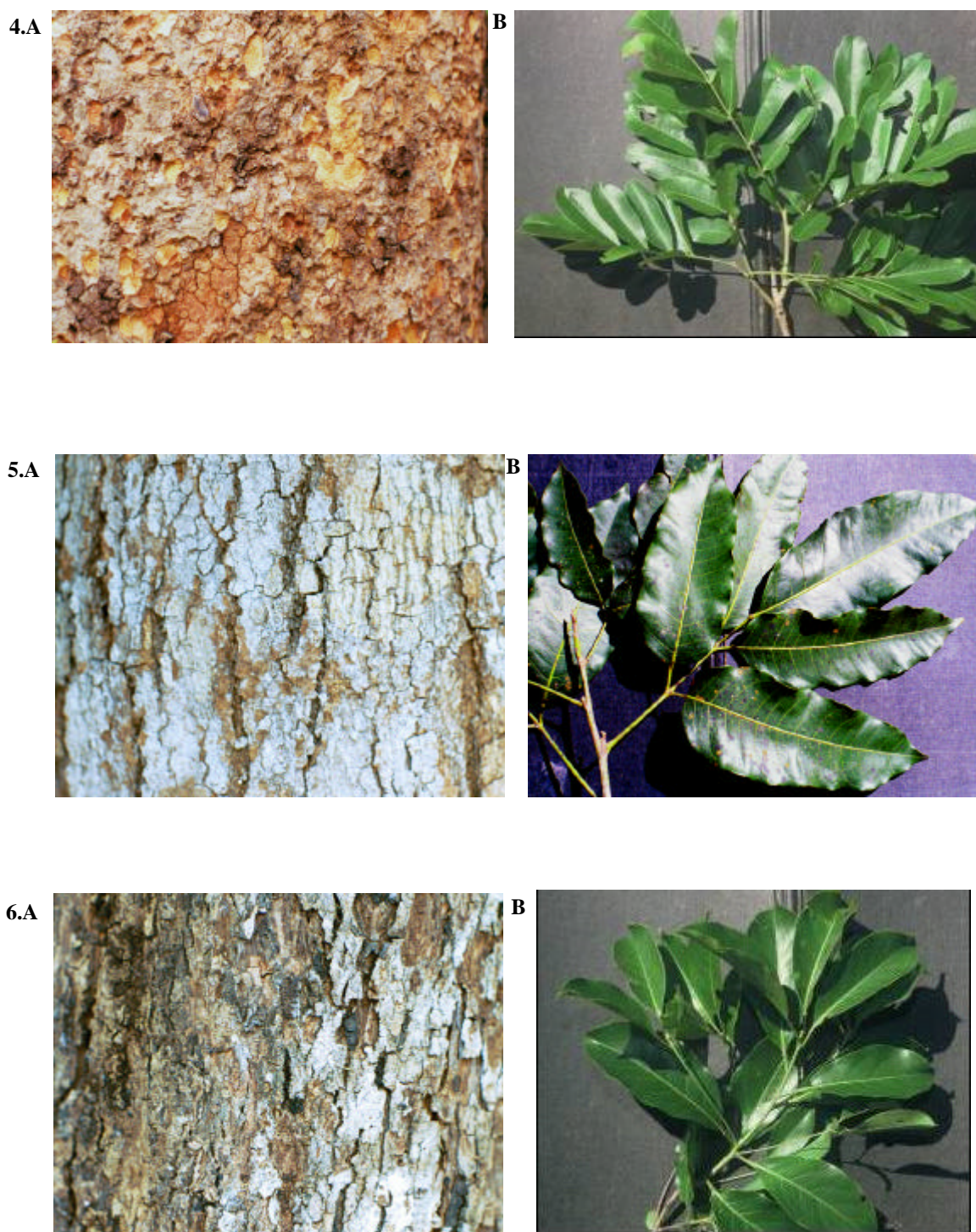


Figura 4. *Magonia pubescens* A. St.-Hill. (timbó), tronco (A) e folhas (B); **Figura 5.** *Protium heptaphyllum* (Aubl.) Marchand (almecega), tronco (A) e folhas (B); **Figura 6.** *Terminalia argentea* Mart. & Zucc. (capitão), tronco (A) e folhas (B).



Figura 7. Medição da copa da árvore; **Figura 8.** Pesagem de tronco; **Figura 9.** Troncos e discos de *Magonia pubescens*; **Figura 10.** Separação de folhas.