



MINISTÉRIO DA EDUCAÇÃO

**FUNDAÇÃO UNIVERSIDADE FEDERAL DE MATO GROSSO DO SUL
CENTRO DE CIÊNCIAS BIOLÓGICAS E DA SAÚDE
PROGRAMA DE PÓS-GRADUAÇÃO EM BIOLOGIA VEGETAL**



DALY ROXANA CASTRO PADILHA

DISSERTAÇÃO DE MESTRADO

**FITOSSOCIOLOGIA E ESTIMATIVAS DA BIOMASSA AÉREA E DE
CARBONO EM CHACO FLORESTADO NO BRASIL**

Orientador: Dr. Geraldo Alves Damasceno Júnior

Co-orientadora: Suzana Maria Salis

CAMPO GRANDE – MS

2011



MINISTÉRIO DA EDUCAÇÃO

FUNDAÇÃO UNIVERSIDADE FEDERAL DE MATO GROSSO DO SUL
CENTRO DE CIÊNCIAS BIOLÓGICAS E DA SAÚDE
PROGRAMA DE PÓS-GRADUAÇÃO EM BIOLOGIA VEGETAL



DALY ROXANA CASTRO PADILHA

DISSERTAÇÃO DE MESTRADO

FITOSSOCIOLOGIA E ESTIMATIVAS DA BIOMASSA AÉREA E DE CARBONO EM CHACO FLORESTADO NO BRASIL

Dissertação apresentada como um dos
requisitos para obtenção do grau de
Mestre em Biologia Vegetal junto ao
Departamento de Biologia do Centro de
Ciências Biológicas e da Saúde.

CAMPO GRANDE – MS

2011

AGRADECIMENTOS

Agradeço primeiramente à Deus, por ter me dado o privilégio de ter feito um mestrado e me acompanhado durante toda essa jornada, cuidando-me, ensinando-me e ajudando-me na execução do que aqui entrego como minha dissertação.

Agradeço aos meus pais, Justina e Germán, que com muita paciência, amor incondicional e constantes orações também me ajudaram a começar, continuar e concluir este trabalho.

Agradeço aos meus irmãos, Vladimir, Wendy e Winston, pelas orações, bem como pelo apoio moral e braçal no desenvolvimento deste trabalho e pelas horas descontraídas que passamos juntos, tão essenciais para recuperar minhas forças e continuar na luta do mestrado.

Agradeço à minha cunhada e sobrinhos, Sindy, Crithian, Erick e Kevin, pelos momentos de diversão que passamos em família, assim, como pelas suas orações, tão preciosas.

Agradeço aos meus orientadores, Drs. Geraldo A. Damasceno Júnior e Suzana M. Salis, pela infinita compreensão e paciência que tiveram quanto as minhas limitações e pela orientação preciosa que me deram para executar este trabalho.

Agradeço aos amigos, Vivian, Lígia, Suzana, Duca, Claudenice, Lucimara, Elizângela, Rosa e Rozângela que fiz no mestrado e aos tantos outros que também me acompanharam nesta jornada de dois anos.

Agradeço a pós-graduanda Duca, ao bacharel Hallison, aos graduandos Sérgio, Ana e Rebeca e aos amigos Barnabé e Saulo, pela preciosa ajuda nas coletas da fitossociologia.

Agradeço também aos funcionários da Embrapa, Messias, Maciel, a pesquisadora Patrícia P. de Mattos e ao senhor Ademar pela grande ajuda nas difíceis coletas da biomassa e aos

estagiários Wendy e Ademir pela inestimável ajuda na pesagem do material de campo em minha ausência.

Também agradeço aos funcionários da fazenda, como o gerente Magno, a Nilza e o Nelson, que colaboraram cedendo as áreas para a realização do projeto e disponibilizando todos os recursos necessários para a execução do mesmo.

Agradeço aos pesquisadores da Embrapa Pantanal Cátia Urbanetz, Guilherme Mourão, Ivan Bergier, Ana H. Fernandes, Antonio Fernandes e da UFMS, Arnildo Pott, que me colaboraram alguns com as identificações de espécies, já outros com a difícil compreensão da dramática estatística ou ainda do mundo complicado dos solos.

Obrigada também à FUNDECT pela concessão da bolsa, ao CNPq pelo financiamento do projeto, bem como a Embrapa Pantanal também pelo apoio financeiro bem como pela disponibilização de sua infra-estrutura para dar continuidade às análises do trabalho. Certamente o apoio destas instituições foi inestimável para a concretização deste trabalho.

DEDICATÓRIA

“Caso sitieis uma cidade por muitos dias, lutando contra ela de modo a capturá-la, não deves arruinar as suas árvores por brandir contra elas um machado; porque deves comer delas e não as deves cortar, pois é a árvore do campo algum homem a ser sitiado por ti?”

Deuteronômio 20:19

Este trabalho é dedicado à Deus, quem me guiou na execução do mesmo, do começo ao fim deste e caminhou comigo durante toda a jornada do mestrado!!!!

Também dedico este trabalho a minha família, que com seu amor, apoio, compreensão e orações me ajudaram a concluir este trabalho!!!

Resumo Geral

O Chaco, com pequena extensão em território brasileiro, está se fragmentando devido à atividade agropecuária na região pantaneira. Poucos estudos têm sido conduzidos, até o momento, nesta formação que está desaparecendo. O presente trabalho objetivou descrever a composição e estrutura da vegetação de áreas de Chaco Florestado brasileiro relacionando-as com os caracteres edáficos e o microrrelevo, bem como estimar a quantidade de biomassa e carbono presentes nelas. Foram amostrados três remanescentes, onde o levantamento fitossociológico consistiu em uma amostragem de 120 pontos, pelo método de quadrantes, com a inclusão de árvores com circunferência a altura do peito (CAP) maior ou igual a 15 cm. A partir dos dados obtidos em campo foram calculados os parâmetros fitossociológicos. Foram também coletadas 6 amostras de solo, duas de cada área, e analisada a relação entre os caracteres edáficos, o microrrelevo (tacuru e depressão) e a vegetação. Para estimar a biomassa, foram cortadas e pesadas 42 árvores das espécies *Anadenanthera colubrina*, *Diplokeleba floribunda*, *Phyllostylon rhamnoides* e *Coccoloba guaranitica* e outras menos frequentes. A partir de seus pesos secos foram formuladas equações de regressão para estimar a biomassa da vegetação, e a partir desta, o estoque de carbono. As áreas apresentaram entre 33 e 49 espécies, uma densidade total superior a 1000 indivíduos ha⁻¹ e índice de Shannon a 3,0. *C. guaranitica*, *D. floribunda* e *P. rhamnoides* foram algumas das espécies com maior valor de importância (VI). Nas depressões foram predominantes *C. guaranitica* e *Machaonia brasiliensis* enquanto nos tacurus (pequenas elevações do terreno) *Sebastiania discolor*, *D. floribunda* e *P. rhamnoides*. Os solos são eutróficos (V > 60%; m < 7%); argilosos e moderadamente ácidos. As depressões apresentaram maiores teores de alumínio do que os tacurus, o que pode indicar que as espécies predominantes nelas tenham maior tolerância à presença deste elemento. A biomassa foi estimada em torno de 105-170 Mg ha⁻¹ e o carbono 50-85 Mg ha⁻¹, sendo as árvores de grande porte as maiores contribuintes de biomassa. A maioria das equações obtidas apresentou um coeficiente de determinação (r²) acima de 0,9. As áreas de Chaco Florestado apresentam um índice de diversidade alto, solos férteis com espécies típicas da região chaquenha, além de microrrelevos que atuam como microambientes ao influenciar na distribuição das espécies nessas florestas. Possuem também

um bom potencial para armazenamento de biomassa e carbono na vegetação, sendo seus valores superiores ao estimado para outras florestas chaquenhass, como as da Argentina, por exemplo.

Palavras-chave: Savana Estépica, Chaco Úmido, florestas secas, dióxido de carbono, mudanças climáticas.

General Abstract

The Chaco, with a small extension in Brazilian territory, is becoming fragmented due to agricultural activity in the Pantanal region. Few studies have been conducted so far on this vegetation vanishing. The aim of this study was to describe the floristic composition, diversity, tree structure of three communities of Chaco Forest in Brazil and verify the relationship of these parameters with soil factors and microrelief, as well as estimate the amount of biomass and carbon present in it. We sampled three areas where the phytosociological survey consisted of a sample of 120 points by the quarter method, with the inclusion of trees with circumference at breast height (CBH) greater than or equal to ≥ 15 cm. From the data obtained in the field phytosociological parameters were calculated. We also collected six soil samples, two of each area and analyzed the relationship between edaphic characters, microrelief (“tacuru” and depression) and vegetation. To estimate the biomass, we cut and weighed 42 trees of *Anadenanthera colubrina*, *Diplokeleba floribunda*, *Coccoloba guaranitica* and *Phyllostylon rhamnoides* and others less frequent. From its dry weight regression equations we formulated to estimate the vegetation biomass, and from this the carbon stock. In the areas occur between 33 and 49 species, total density of more than 1000 individuals ha^{-1} and the Shannon index of 3.0. *C. guaranitica*, *D. floribunda* and *P. rhamnoides* were some of the species with highest IV. *C. guaranitica* and *Machaonia brasiliensis* were predominant in depressions while we *Sebastiania discolor*, *D. floribunda* and *P. rhamnoides* in “tacurus” (small elevations of the land) The soils are eutrophic ($V > 60\%$; $m < 7\%$), clayed and moderately acidic. The depressions had higher levels of aluminum than the “tacurus”, which may indicate that the predominance species in them have greater tolerance to the presence of this element. The biomass was estimated at around 105-170 Mg ha^{-1} and carbon

50-85 Mg ha⁻¹ and the large trees presented the highest contribution of biomass. Most of the equations had a coefficient of determination (r^2) greater than 0.9. Chaco Forest areas showed a high diversity index, fertile soils and typical species of the Chaco region, and microrelief that act as microenvironments by to influence in the distribution of species in these forests. They also have a good potential for storing biomass and carbon in the vegetation, being their values higher than estimated for Chaco Forest others, like those in Argentina.

Keywords: Stepic Savanna, Humid Chaco, dry forest, carbon dioxide, climate change.

ÍNDICE

Introdução Geral.....	1
Referências Bibliográficas.....	3
Capítulo 1	
Composição Florística, Diversidade, Estrutura Arbórea e Heterogeneidade Ambiental em Chaco Florestado no Brasil.....	7
Resumo.....	8
Abstract.....	8
Introdução.....	10
Materiais e Métodos	
Área de estudo.....	11
Amostragem da vegetação.....	12
Coleta de Solo.....	12
Análise da vegetação.....	13
Análise do solo.....	13
Resultados	
Composição florística e diversidade.....	13
Estrutura.....	14
Similaridade.....	15
Relações entre microrrelevo, solo e vegetação.....	15
Fitogeografia.....	16
Discussão	
Composição florística e diversidade.....	16
Estrutura.....	17
Similaridade.....	19

Relações entre microrrelevo, solo e vegetação.....	19
Fitogeografia.....	21
Agradecimentos.....	22
Literatura Citada.....	22
Normas da Revista para publicação.....	28
 Capítulo 2	
Estimativas da biomassa aérea e carbono em áreas de Chaco Florestado no Brasil	
Resumo.....	57
Abstract.....	58
Introdução.....	60
Material e Métodos	
Área de estudo.....	61
Coleta de dados.....	61
Análise de dados.....	62
Resultados e Discussão.....	63
Principais espécies.....	63
Regressões.....	64
Biomassa.....	64
Estoque de carbono do Chaco Florestado brasileiro.....	65
Conclusão.....	66
Referências.....	67
Normas da Revista para publicação.....	71

Introdução Geral

Dentro da fitogeografia sul-americana o termo Chaco, de origem quechua e significado “território de caça” dos nativos incas no Peru (Prado 1993), é aplicado à vegetação que cobre a vasta planície do norte da Argentina, oeste do Paraguai, sudeste da Bolívia e uma pequeníssima porção marginal na região centro-oeste do Brasil (Prado 1992).

A superfície total da região chaquenha é de aproximadamente 1.000.000 km² (Adámoli, 2000). É o segundo maior bioma na América do Sul, ficando atrás somente da Amazônia (Bucher & Huszar, 1999). O seu clima é distinguido por uma forte sazonalidade, com verões atingindo até 49°C. A precipitação cai de 1000 mm/ano no leste a menos de 500 mm/ano no oeste, com invernos e primaveras secos e verões chuvosos (Pennington et al., 2000).

Segundo Brown et al. (2006), há uma intensificação do desflorestamento no Chaco, como visto na Argentina. Até o ano de 2002, no Brasil, a porção chaquenha foi estimada em 12.144,9 km², dos quais 3,6 km² representam áreas de Chaco Florestado, entremeadas com Chaco Arborizado (Silva et al., 2007). A pecuária de corte, principal atividade econômica da região chaquenha no Pantanal, transforma a região em pastagem cultivada (Silva et al., 2008). Assim como grande parte do Pantanal, esta região não possui unidade de conservação, com tamanho suficiente para conservar paisagens e biodiversidade características (Silva et al., 2008).

A perda da cobertura vegetal contribui para o crescimento de um sério problema climático, que vem se agravando no mundo desde a Revolução Industrial, o aumento do dióxido de carbono (CO₂) na atmosfera é um dos principais responsáveis pelas mudanças climáticas. Entende-se por “Mudança climática” à uma mudança no estado do clima e que persiste por décadas ou mais, ela pode ser devida, por exemplo, à influencias externas como a mudança na composição da atmosfera que começou com a revolução industrial, como resultado da atividade humana (Hegerl et al., 2007). Desde então, as concentrações de muitos gases do efeito estufa tem aumentado direta e indiretamente, principalmente o CO₂ (Cubasch et al., 2001). Em escala global, durante o fim da década do século XX, nos trópicos o desmatamento florestal permaneceu como maior fator responsável pelas emissões de CO₂ (Barker et al., 2007). Áreas florestadas transformadas em

pastagens contribuem com cerca de 13% do fluxo de carbono em direção à atmosfera (Houghton, 1999). Diante desta nova realidade, inúmeros estudos voltados à estimativa do estoque de carbono têm sido realizados em nível global. A quantificação do estoque de carbono presente na vegetação tem se dado pela estimativa da biomassa (fitomassa) da vegetação.

Para as florestas tropicais as estimativas de biomassa mais acuradas ($r^2 = 9,0$), foram feitas para as regiões mais úmidas e inundáveis, enquanto para regiões mais secas, com precipitação média anual inferior a 1500 mm as estimativas são mais imprecisas ($r^2 \leq 0,67$), segundo Anderson & Ingram (1993). Este é o caso do Chaco, um grande bioma com uma precipitação máxima de até 1300 mm (Ramella & Spichiger, 1989), nesta formação não há estudos específicos para áreas de Chaco Florestado no Brasil, apenas a estimativa geral para regiões mais secas.

Outro grande impacto negativo proveniente do desmatamento é o desequilíbrio ecológico local. A floresta não perturbada, de maneira geral, apresenta uma grande estabilidade, ou seja, os nutrientes introduzidos no ecossistema através da chuva e do intemperismo geológico estão em equilíbrio com os nutrientes perdidos para os rios, enquanto que em uma floresta manejada a retirada da fitomassa florestal age como elemento de desequilíbrio (Poggiane, 1980). As formações florestais ainda servem de abrigo para a fauna nos períodos secos, corredores de passagem para espécies silvestres e filtro natural dos cursos d'água e apesar da crescente conscientização sobre a importância biológica destas formações, pouco se sabe sobre as interações entre as comunidades vegetais e os fatores abióticos, como a composição físico-química do solo, que as sustentam (Moreno & Schiavini, 2001) e a microtopografia. No Brasil, estudos sobre a vegetação do Chaco são escassos, a maioria trata de aspectos qualitativos desta formação, são exemplos os trabalhos de Prado et al. (1992); Alves & Sartori (2009) e Noguchi et al. (2009). Já estudos relacionados ao solo do Chaco brasileiro, à exceção de mapas de solos (Fernandes et al., 2007), são inexistentes, assim como para o aspecto microtopográfico.

Assim, com o intuito de fornecer dados para subsidiar o desenvolvimento de projetos que visem à conservação e o uso sustentável do Chaco Florestado brasileiro o presente trabalho foi desenvolvido com dois objetivos gerais, o primeiro de descrever a composição florística, diversidade, estrutura de comunidades

arbóreas e verificar a relação destas com os fatores edáficos e microtopográficos em Chaco Florestado no Brasil. O segundo objetivo geral foi de estimar a quantidade de biomassa e carbono estocados na mesma fisionomia.

Assim, a presente dissertação está dividida da seguinte maneira:

Capítulo 1. - Composição Florística, Diversidade, Estrutura Arbórea e suas Relações com a Heterogeneidade Ambiental em Chaco Florestado no Brasil

Capítulo 2. - Estimativas da biomassa aérea e carbono em Chaco Florestado no Brasil.

Referências bibliográficas

- ADÁMOLI, J. 2000. Bases para uma política comum de conservação das terras úmidas do Pantanal e do Chaco. In Anais do III Simpósio sobre Recursos Naturais e Socio-econômicos do Pantanal. Embrapa Pantanal, Corumbá, p.15.
- ALVES, F.M. & SARTORI, A.L.B. 2009. Caesalpinioideae (Leguminosae) de um remanescente de Chaco em Porto Murtinho, Mato Grosso do Sul, Brasil. *Rodriguésia* 60: 531-550.
- ANDERSON, J.M. & INGRAM, J.S.I. 1993. *Tropical Soil Biology and Fertility: A Handbook of Methods*. 2nd ed., CAB International, Oxon.
- BARKER T., BASHMAKOV, I., BERNSTEIN, L., BOGNER, J. E., BOSCH, P. R., DAVE, R., DAVIDSON, O. R., FISHER, B. S., GUPTA, S., HALSNÆS, K., HEIJ, G.J., KAHN RIBEIRO, S., KOBAYASHI, S., LEVINE, M. D., MARTINO, D. L., MASERA, O., METZ, B., MEYER, L. A., NABUURS, G.J., NAJAM, A., NAKICENOVIC, N., ROGNER, H., ROY, J., SATHAYE, J., SCHOCK, R., SHUKLA, P., SIMS, R. E. H., SMITH, P., TIRPAK, D. A., URGE-VORSATZ, D., ZHOU, D. 2007: Technical Summary. In: *Climate Change 2007: Mitigation. Contribution of Working Group III to the Fourth Assessment Report of the Intergovernmental Panel on Climate Change* (B. Metz, O. R. Davidson, P. R. Bosch, R. Dave, L. A. Meyer, eds.), Cambridge University Press, Cambridge, United Kingdom and New York.

- BUCHER, E.H. & HUSZAR, P.C. 1999. Sustainable management of the Gran Chaco of South America: Ecological promise and economic constraints. *Journal of Environmental Management* 57: 99-108.
- BROWN, A., MARTINEZ ORTIZ, U., ACERBI, M. & CORCUERA, J. 2006. *La Situación Ambiental Argentina 2005*, Fundación Vida Silvestre Argentina, Buenos Aires.
- CUBASCH, U., DAI, X., DING, Y., GRIGGS, D.J., HEWITSON, B., HOUGHTON, J.T., ISAKSEN, I., KARL, T., MCFARLAND, M., MELESHKO, V.P., MITCHELL, J.F.B., NOGUER, M., NYENZI, B.S., OPPENHEIMER, M., PENNER, J.E., POLLONAI, S., STOCKER, T., TRENBERTH, K.E., 2001. Technical Summary of the Working Group I Report. In *Climate Change 2001: The Scientific Basis. Contribution of Working Group I to the Third Assessment Report of the Intergovernmental Panel on Climate Change* (J.T. Houghton, Y. Ding, D.J. Griggs, M. Noguer, P.J. van der Linden, X. Dai, K. Maskell, and C.A. Johnson, eds.). Cambridge University Press, Cambridge, United Kingdom and New York, NY, USA, p. 21-83.
- FERNANDES, F. A.; FERNANDES, A. H. B. M.; SOARES, M. T. S; PELLEGRIN, L. A.; LIMA, I. B. T. de. 2007. Atualização do mapa de solos da planície pantaneira para o Sistema Brasileiro de Classificação de Solos. Comunicado Técnico, 61. Embrapa Pantanal, Corumbá, 6p.
- HOUGHTON, R.A. 1999. The annual net flux of carbon to the atmosphere from changes in land use 1850-1990. *Tellus* 298-313.
- MORENO, M.I.C. & SCHIAVINI, I. 2001. Relação entre vegetação e solo em um gradiente florestal na Estação Ecológica do Panga, Uberlândia (MG). *Rev. Bras. Bot.* 24: 537-544.
- NOGUCHI, D.K., NUNES, G.P. & SARTORI, A.L.B. 2009. Florística e síndromes de dispersão de espécies arbóreas em remanescentes de Chaco de Porto Murtinho, Mato Grosso do Sul, Brasil. *Rodriguésia* 60: 353-365.
- PENNINGTON, R.T., PRADO, D.E. & PENDRY, C.A. 2000. Neotropical seasonally dry forests and Quaternary vegetation changes. *Journal of Biogeography* 27: 261-273.
- POGGIANI, F. 1980. Florestas para fins energéticos e ciclagem de nutrientes. Série Técnica IPEF, Piracicaba, 1, 111p.

- PRADO, D.E., GIBBS, P.E., POTT, A. & POTT, V.J. 1992. The chaco-transition in southern Mato-Grosso, Brazil. In Nature and dynamics of forest-savanna boundaries (P.A. Furley, J. Proctor & J.A. Ratter, eds.). Chapman & Hall, London, p.451-470.
- PRADO, D.E. 1993. What is the Gran Chaco vegetation in South America? I. A review. Contribution to the study of flora and vegetation of the Chaco- V. Candollea 48: 145-172.
- RAMELLA, L. & SPICHIGER, R. 1989. Interpretación preliminar del medio físico y de la vegetación del Chaco Boreal: Contribución al estudio de la flora y de la vegetación de Chaco- I. Candollea 44: 639-680.

ARTIGO A SER SUBMETIDO
À BIOTROPICA

Composição Florística, Diversidade, Estrutura Arbórea e Heterogeneidade Ambiental
em Chaco Florestado no Brasil

Floristic Composition, Diversity, Tree Structure and Environment Heterogeneity in
Chaco Forest in Brazil

Daly Roxana Castro Padilha¹, Geraldo Alves Damasceno-Júnior² & Suzana Maria Salis³

¹ Pós-graduanda do Programa em Biologia Vegetal, Universidade Federal de Mato Grosso do Sul, Caixa Postal 549, 79070-900, Campo Grande, MS, padilha_dcp@gmail.com

² Universidade Federal de Mato Grosso do Sul. Caixa Postal 549, 79070-900, Campo Grande, MS, geraldodamasceno@gmail.com

³ Embrapa Pantanal, Caixa Postal 109, 79320-900, Corumbá, MS, smsalis@cpap.embrapa.br

Recebido ____; revisão aceita ____.

RESUMO

A vegetação do Chaco, com pequena extensão em território brasileiro e cada vez mais fragmentada, devido à atividade agropecuária na região pantaneira, ainda é pouco estudada. O objetivo do presente trabalho foi descrever a composição florística, diversidade, estrutura arbórea de três comunidades de Chaco Florestado brasileiro e verificar a relação destes parâmetros com os fatores edáficos e o microrrelevo. Foram amostrados 120 pontos nos remanescentes, pelo método de quadrantes centrados, com inclusão de indivíduos de circunferência a altura do peito (CAP) maior ou igual a 15 cm, anotadas a ocorrência das espécies nos microrrelevos (tacuru e depressão) e coletadas seis amostras de solo, duas de cada remanescente e analisado a relação dos caracteres edáficos e microrrelevo com a vegetação. Os remanescentes apresentaram entre 33 e 49 espécies, uma densidade total superior a 1000 indivíduos/ha e índice de Shannon a 3,0. *Phyllostylon rhamnoides*, *Diplokeleba floribunda* e *Coccoloba guaranitica* foram as espécies com maior VI. Nos tacurus (pequenas elevações do terreno) foram predominantes *Sebastiania discolor*, *D. floribunda* e *P. rhamnoides*, enquanto nas depressões abundaram *C. guaranitica*, cf. *Aspidosperma* sp. e *Machaonia brasiliensis*. Os solos são eutróficos ($V > 60\%$; $m < 7\%$); argilosos e moderadamente ácidos. As depressões apresentaram maiores teores de alumínio do que os tacurus, assim as espécies presentes nelas podem ter maior tolerância à presença de alumínio. Os remanescentes apresentam um índice de diversidade alto, solos férteis e espécies típicas do Chaco, além de microrrelevos que atuam como microambientes ao influenciar na distribuição das espécies nessas florestas.

Palavras-chave: Chaco Úmido; fertilidade do solo; fitossociologia; floresta estacional; microrrelevo; Savana Estépica.

ABSTRACT

The vegetation of Chaco, with a small extension in Brazilian territory and fragmented due to agricultural activity in the Pantanal region, yet is few studied. The aim of this study was to describe the floristic composition, diversity, tree structure of three communities of Chaco Forest in Brazil and verify the

relationship of these parameters with soil factors and microrelief. We sampled 120 points in fragments, by the point-centered quarter method, including all individuals with a stem circumference at breast height (CBH) larger than or equal to 15 cm, noted the occurrence of species in microreliefs (“tacuru” and depression) and collected six soil samples, two from each fragment and analyzed the relationship between edaphic characters and microrelief with vegetation. The fragments have between 33 and 49 species, total density of more than 1000 individuals/ha and the Shannon index 3.0. *Phyllostylon rhamnoides*, *Diplokeleba floribunda* and *Coccoloba guaranitica* were the species with highest IV. On “tacurus” (small elevations of the land) the main species were *Sebastiania discolor*, *D. floribunda* and *P. rhamnoides*, while in the depressions we found *C. guaranitica*, cf. *Aspidosperma* sp. and *Machaonia brasiliensis*. The soils are eutrophic ($V > 60\%$; $m < 7\%$), clayed and moderately acidic. The depressions had higher levels aluminum than *tacurus*, thus the species present in them may have greater tolerance to aluminum. The fragments have a high diversity index, fertile soils and typical species of the Chaco, besides to the microrelief that function as microenvironment that influence on the distribution of species in these forests.

Keywords: Humid Chaco, soil fertility, phytosociology, dry forest, microrelief, Stepic Savanna

O CHACO OCUPA UMA VASTA PLANÍCIE do norte da Argentina, oeste do Paraguai, sudeste da Bolívia e uma pequeníssima porção marginal no estado do Mato Grosso do Sul no Brasil (Prado 1992), como visto na Fig. 1. Ele apresenta uma grande extensão e diversidade de florestas (Silva *et al.* 2008) com a presença de espécies endêmicas e uma dinâmica vegetacional condicionada, entre outros fatores pela heterogeneidade ambiental, onde diferentes fatores tais como o solo e o relevo atuam no padrão de distribuição das espécies (Ramella & Spichiger, 1989).

O conhecimento das propriedades do solo como, por exemplo, sua capacidade de suprir os nutrientes necessários à vida das espécies de um determinado ecossistema, é muito importante à manutenção do mesmo. Além dos caracteres edáficos outros fatores ambientais interferem na dinâmica da vegetação, tais como a topografia, como dito anteriormente. Padrões de distribuição espacial de indivíduos e espécies, em florestas, resultam freqüentemente da influência da topografia sobre a vegetação. No entanto, a nível microtopográfico (microrrelevos), isto também é observável, como a variação na composição florística (Beatty 1984), na densidade de indivíduos lenhosos (Lewis 1991, Barberis *et al.* 2002) e até as propriedades do solo são afetadas significativamente na presença de microrrelevos (Beatty 1984).

Sabe-se que o ecossistema chaquenho é muito delicado, porém pouco se conhece de sua relação com o solo (Mazzarino *et al.* 1991, Alvarez & Lavado 1998), Heredia *et al.* 2006) e a influência da microtopografia sobre o solo e a sua vegetação (Barberis *et al.* 1998, Barberis *et al.* 2002, Lewis 1991). Agravado a falta de estudos neste bioma está o fato da sua intensa exploração. As florestas secas do Chaco no Sul da Bolívia e Norte da Argentina mostram um aumento no número de grandes explorações (Eva *et al.* 2004). Uma comparação da cobertura da terra de 1975 a 1999 mostra um aumento nas áreas de agricultura à custa das florestas nativas do Chaco argentino (Boletta *et al.* 2006), por exemplo, na Argentina Central, estimativas mostram que entre 1969 e 1999 o Chaco Florestado da região Oeste 76% dos 638600 ha de cobertura original já foram perdidos e 90% dos seus 554800 ha de mata nativa no Chaco Florestado do Leste (Zak *et al.* 2004).

No Brasil não é diferente, para Abdon *et al.* (2007) especial atenção deve ser dada à vegetação chaquenha concentrada principalmente no município de Porto Murtinho, única região com vegetação própria de Chaco (Prado *et al.* 1992) e que está se transformando apenas em fragmentos. De acordo com Silva *et al.* (2008), o Chaco brasileiro é altamente impactado pelo desmatamento em razão da formação de pastagem

cultivada. Nos últimos 12 anos nesta região a área de pastagem cultivada aumentou em seis vezes (Silva *et al.* 2008).

No Brasil, pouquíssimos estudos foram desenvolvidos em vegetação chaquenha, sendo a maioria principalmente de caráter florístico (Nunes 2006, Alves & Sartori 2009, Noguchi *et al.* 2009), já quanto aos solos, há apenas mapas pedológicos (Fernandes *et al.* 2007), e em relação à microtopografia (microrrelevos) os estudos são inexistentes. Assim, os objetivos deste trabalho foram: (1) descrever a composição, diversidade e estrutura de três comunidades arbóreas e (2) verificar a relação destes parâmetros com os fatores edáficos e o microrrelevo em Chaco Florestado no Brasil, com o intuito de subsidiar dados para programas governamentais que procurem por meio de políticas públicas encontrarem estratégias de conservação e uso sustentável do Chaco Florestado presente em território brasileiro.

MATERIAL E MÉTODOS

ÁREA DE ESTUDO.— Os remanescentes de estudo localizam-se na fazenda Santa Vergínia (21°42'04"S e 57°53'06"W), sub-região de Porto Murtinho, Mato Grosso do Sul (Fig. 2A). São remanescentes de Chaco Florestado, que no presente trabalho foram denominados de “Piúva A” (22°03'43,30"S; 57°50'46,80"W), “Piúva C” (22°03'38,09"S; 57°50'11,17"W) e “Ximbuva 1” (22°03'35,14"S; 57°51'43,54"W), para facilitar o entendimento, pois são nomes correspondentes as invernadas onde as florestas se encontram (Fig. 2B).

O Chaco Florestado ou, segundo o IBGE (1992), Savana Estépica Florestada, é um subgrupo do Chaco (Savana Estépica) caracterizado por uma vegetação com altura média em torno de 5 m, excepcionalmente ultrapassando os 7 m, com árvores mais ou menos densas, com troncos grossos e bastante ramificados, decíduas e em geral providas de espinhos e/ou acúleos.

O clima da região é quente e seco, com chuvas sazonais, às vezes concentradas em períodos curtos de três a quatro meses e secas prolongadas (Brasil 1982), com uma precipitação anual média de 1002 mm, chuvas concentradas entre os meses de novembro e março e seca durante o resto do ano. O solo da sub-região de Porto Murtinho é do tipo planossolo, um solo mineral imperfeitamente ou mal drenado, com horizonte B plânico 1 bastante impermeável, subjacente a horizonte A ou E, com mudança textural abrupta, com ou sem caráter sódico e coloração acinzentada ou escurecida (Fernandes *et al.*, 2007).

Os remanescentes Piúva A, Piúva C e Ximbuva 1 possuem uma área em torno de 142,40; 33,20 e 94,63 ha, respectivamente. A distância entre os remanescentes Piúva A e Piúva C é de 723 m, e entre Piúva A e Ximbuva 1 de 859 m e entre Ximbuva 1 e Piúva C de 2000 m. São remanescentes que na década de 80 sofriam perturbações antrópicas, como a entrada de gado e queimadas. Em seu interior apresentam microrrelevos, denominados localmente de tacurus, pequenas elevações do terreno de formato arredondado ou alongado (em torno 40 m² com 0,5 m de altura) alternados com depressões (entre 25 e 40 m²) ou canais que são alagáveis durante o período chuvoso (Fig. 2C).

AMOSTRAGEM DA VEGETAÇÃO.— O levantamento fitossociológico foi realizado entre novembro/2009 e janeiro/2010 pelo método de quadrantes centrados (Brower & Zar 1984), onde amostraram-se 40 pontos distanciados 15m entre si, e distribuídos ao longo de 4 transectos distanciados 25m entre si, em cada remanescente, totalizando-se assim 120 pontos amostrados em 0,4 hectare correspondente aos três remanescentes em conjunto. Foram mensurados todos os indivíduos, excluindo os mortos, com circunferência do tronco a 1,3 m de altura do solo, conhecida também como circunferência a altura do peito (CAP), igual ou superior a 15 cm, anotadas as circunferências das plantas, estimadas suas alturas por comparação com vara de tamanho conhecido, anotada a sua ocorrência no tacuru e depressão e coletados exemplares de cada espécie para identificação. A identificação foi realizada com o auxílio de bibliografia especializada, consulta a especialistas e comparações com outros materiais dos herbários CGMS da Universidade Federal de Mato Grosso do Sul, *campus* Campo Grande, e CPAP da Embrapa Pantanal, posteriormente será feita a incorporação dos exemplares aos herbários supracitados. A listagem de famílias botânicas seguiu Angiosperm Phylogeny Group III (APG III, 2009) enquanto a lista de hábitos e crescimento seguiu Whittaker (1975).

COLETA DE SOLO.— Foram coletadas seis amostras compostas de solo na profundidade de 0 - 20 cm, sendo duas amostras por remanescente, uma extraída do tacuru e outra da depressão/canal. As análises químicas, quanto aos teores de macro e micronutrientes (P, K, Ca, Mg, Al, B, Cu, Fe, Mn, Zn, S), Capacidade de Troca Catiônica (CTC), pH, percentual de saturação por alumínio (m%) e percentual de

saturação por bases (v%), bem como as análises físicas (granulometria) foram realizadas no Laboratório de Análise Química de Solo e Planta da Universidade Federal de São Carlos.

ANÁLISE DA VEGETAÇÃO.— Os cálculos fitossociológicos foram realizados pelo programa FITOPAC 2 (Shepherd & Urbanetz 2010), que estimou parâmetros como densidade, dominância, frequência, valor de importância (obtido a partir da somatória da densidade, dominância e frequência relativas), índice de diversidade e equidade. Foram feitas também as distribuições das espécies quanto à altura e diâmetro (quociente entre a circunferência a altura do peito e o número Pi). Além disso, uma curva de rarefação foi feita para cada remanescente pelo programa Estimates 8.2.

A similaridade florística entre as áreas foi calculada pelo índice de Jaccard (Brower & Zar 1984), enquanto a distância pelo índice de Bray Curtis, pelo programa FITOPAC 2 (Shepherd & Urbanetz 2010). Para a verificação da relação das espécies com os microrrelevos (tacuru e depressão), foi feita uma análise de Correspondência Distendida (DCA) usando o programa PCOrd 5,0 e uma análise de agrupamento pelo método da média de grupo (UPGMA) baseado nas distâncias Bray Curtis, usando o programa FITOPAC 2.0.

ANÁLISE DO SOLO.— Para verificar a existência de alguma relação entre tipo de solo e o microrrelevo (tacuru, depressão) utilizou-se de uma Análise de Componentes Principais de correlação (PCA), usando o programa PCord versão 5.0.

RESULTADOS

COMPOSIÇÃO FLORÍSTICA E DIVERSIDADE.— Os remanescentes de Chaco Florestado apresentaram, conjuntamente, 53 espécies, sendo 51 pertencentes a 21 famílias e 2 permanecem indeterminadas (Tabela 1). Separadamente, a variação desta riqueza entre os remanescentes esteve entre 33 e 49 espécies, sendo Piúva C o de maior riqueza. Fabaceae, seguida de Apocynaceae, foram as mais ricas em espécies (Tabela 1). Em Piúva A, entretanto, destacaram-se também Euphorbiaceae e Polygonaceae.

O índice de diversidade de Shannon foi superior a 3,0 nats/indiv. e a equidade esteve em torno de 0,9 (Tabela 2). Por este índice pode-se observar a alta diversidade das áreas, pois quanto maior o índice maior é

a diversidade, especialmente de Piúva C, devido à presença de um número maior de espécies raras nesta área.

Pelas curvas de rarefação (Fig. 3), para os três remanescentes, observa-se que boa parte da vegetação foi amostrada, e que seria necessário um esforço amostral muito maior para se obter um pequeno aumento no número de espécies. As curvas também demonstraram o padrão de riqueza das áreas, enquanto Piúva A e Ximbuva 1 apresentaram um padrão similar e uma menor tendência de se encontrarem novas espécies, Piúva C apresentou um padrão superior, bem como uma maior tendência de se amostrarem novas espécies.

ESTRUTURA.— A densidade total nas áreas variou de 1060 a 1372 indivíduos/ha, sendo Piúva A o remanescente com maior densidade de árvores. Já quanto ao valor de importância (VI), entre as espécies de maior VI destacaram-se *Phyllostylon rhamnoides* com cerca de 9% do VI total; *Coccoloba guaranitica* com 6 a 10% e *Diplokeleba floribunda* com cerca de 5,5% nos três remanescentes (Tabelas 3, 4 e 5). *Anadenanthera colubrina* destacou-se com 8% em Piúva A e Ximbuva 1; *Sebastiania discolor* e *Capparis retusa*, respectivamente, com 6,5 e 8,0% em Piúva A; *Ruprechtia exploratricis* com 5,3% em Piúva C e *Parapiptadenia rigida* com 5,9 % em Ximbuva 1.

Na distribuição das alturas, a estrutura vertical da vegetação dos remanescentes foi composta por um dossel com altura entre 13 e 15 m, sendo *Phyllostylon rhamnoides* e *Diplokeleba floribunda*, as espécies mais abundantes neste estrato. Outras espécies de destaque foram *Anadenanthera colubrina* e *Geoffroea spinosa* em Piúva A, *Ruprechtia exploratricis* e *Parapiptadenia rigida* em Piúva C e cf. *Apidosperma* sp., *Lonchocarpus nudiflorens* e novamente *P. rigida* e *A. colubrina* em Ximbuva 1 (Fig. 4). O sub-bosque dos remanescentes media em torno de 5 a 7 m de altura, sendo caracterizado pela abundância de *Coccoloba guaranitica* nos três remanescentes. Outras espécies abundantes neste estrato foram *Sebastiania discolor*, *Capparis retusa* e *Adelia membranifolia* em Piúva A; Myrtaceae, Indeterminada 2 e novamente *C. retusa* em Piúva C e *A. membranifolia* e Myrtaceae em Ximbuva 1 (Fig. 4).

Na distribuição diamétrica das árvores nos três remanescentes o padrão obtido foi o exponencial negativo (ou “J” invertido), como visto na Fig. 5A, onde as menores classes diamétricas apresentaram uma maior concentração de indivíduos, em contraste com as maiores classes diamétricas. Entre as principais espécies do dossel, apenas *Diplokeleba floribunda* e *Anadenanthera colubrina* apresentaram uma distribuição

diamétrica com descontinuidades, (Fig. 5B), ocorrendo com mais indivíduos na classe intermediária (16 à 25 cm) em Ximbuva 1 e Piúva A, respectivamente. Enquanto no sub-bosque observou-se a descontinuidade apenas em *Coccoloba guaranitica* (Fig. 5C).

SIMILARIDADE.— Pelo índice de Jaccard florísticamente Piúva C foi tão similar à Piúva A quanto à Ximbuva 1 (0,60), porém a similaridade entre estas foi menor (0,52). Já pelo índice de Bray Curtis a distância ficou entre 0,36 e 0,38, sendo Piúva C e Ximbuva 1 as áreas mais similares (0,36).

RELAÇÕES ENTRE MICRORRELEVO, SOLO E VEGETAÇÃO.— Nos tacurus dos remanescentes Piúva A e Piúva C, os solos apresentam textura média, onde, segundo classificações de Spera *et al.* (1997), mais de 35% deve corresponder a argila e mais de 15% era areia, enquanto em Ximbuva 1 o solo é argiloso, por terem concentrações entre 35-60% de argila (Spera *et al.* 1997), como visto na Tabela 6. Já nas depressões, os solos dos três remanescentes são caracterizados como argilosos (Spera *et al.* 1997).

Os solos dos remanescentes possuem alta saturação por bases (V%), entre 58,6 e 78,6%, especialmente em Piúva A (Tabela 6), enquanto é muito baixa (1,1 a 6,0%) a saturação por alumínio (m%), correspondendo os valores mais altos às depressões dos remanescentes (Fig 7; Tabela 6). A capacidade de troca catiônica (CTC) apresentou valores de alto a muito altos nos três remanescentes. Os solos podem ser considerados moderadamente ácidos, sendo esta acidez levemente mais pronunciada nas depressões (Tabela 6). O teor de alumínio variou entre 0,1 e 6,0 cmol_c/dm³, sendo maior nas depressões do que nos tacurus (Fig. 6). Também se observam diferenças, de forma geral, entre os remanescentes, havendo maiores valores para pH, CTC e V% nos solos de Piúva A e maiores teores de alumínio e m%, principalmente nos solos de Piúva C (Tabela 6).

A presença de tacurus e depressões/canais nas florestas contribuiu para uma separação de grupos de espécies. Enquanto *Anadenanthera colubrina*, *Lonchocarpus nudiflorens*, *Sebastiania discolor*, *Diplokeleba floribunda* e *Phyllostylon rhamnoides* foram mais freqüentes nos tacurus, *Coccoloba guaranitica*, *Machaonia brasiliensis* e cf. *Aspidosperma* sp. predominaram nas depressões/canais e outras espécies mantiveram-se em uma posição intermediária, não pelo fato de preferirem ocupar a parte inclinada dos tacurus, a qual tem maior associação com a depressão e portanto maior comunicação com a água acumulada,

mas devido a sua abundância tanto no tacuru quanto na depressão, é o caso de *Adelia membranifolia* e *Geoffroea spinosa* (Fig. 7). Assim, três grandes grupos foram distinguidos, o primeiro composto pelos tacurus das áreas, o segundo pelas depressões/canais destas áreas e mais a parte intermediária de Ximbuva 1 e por último as partes intermediárias das outras duas áreas (Fig. 8).

FITOGEOGRAFIA.— Muitas das espécies listadas possuem ampla distribuição geográfica no país, como *Anadenanthera colubrina*, *Aspidosperma pyrifolium*, *Machaonia brasiliensis* e *Sideroxylon obtusifolium* (CRIA 2011). Outras, muitas das quais consideradas típicas do Chaco (Prado 1993, Spichiger *et al.* 2004), possuem ocorrência mais restrita, especialmente para o Estado (MS), entre elas *Aspidosperma quebrachoblanco*, *Tabebuia nodosa*, *Capparis speciosa*, *Caesalpinia paraguariensis*, *Lonchocarpus nudiflorens*, *Ruprechtia triflora* e *Diplokeleba floribunda* (CRIA 2011), *Albizia inundata*, *Capparis tweediana*, *Coccoloba guaranitica* (= *C. rigida*) e *Meliccocus lepidopetalus* (Pott & Pott 2009).

DISCUSSÃO

COMPOSIÇÃO FLORÍSTICA E DIVERSIDADE.— A riqueza de espécies dos remanescentes é superior à observada por Prado *et al.* (1992) em formação chaquenha em Porto Murtinho e por Lewis *et al.* (1994) em floresta chaquenha na Argentina (Tabela 2). Riqueza similar foi observada por Nunes (2006) em Chaco Arborizado; por Noguchi *et al.* (2009) para espécies arbóreas em remanescentes de Chaco, ambas em Porto Murtinho/MS, Brasil, e por Marino e Pensiero (2003) e Gimenez *et al.* (2007) em florestas de Chaco, na Argentina. A riqueza de espécies também é similar à observada em florestas decíduais por Ivanauskas e Rodrigues (2000) em Piracicaba/SP, Salis *et al.* (2004) e Lima *et al.* (2010) em Corumbá/MS, todas estas no Brasil, e em Bosque Seco Semidecíduo na Bolívia (Uslar *et al.* 2003), com a ressalva de que os critérios de inclusão e/ou amostragem desses autores diferiram um pouco ao do presente trabalho (Tabela 2).

Fabaceae é bem representada nas formações chaquenhas estudadas por Marino e Pensiero (2003) na Argentina e por Nunes (2006) e Noguchi *et al.* (2009) no Brasil, também é bem representada em florestas decíduais estudadas por Ivanauskas & Rodrigues (2000) e Lima *et al.* (2010) no Brasil e por Uslar *et al.* (2003) na Bolívia. Esta família é a de maior representatividade, neste aspecto, em florestas secas

neotropicais (Gentry 1995) e em florestas tropicais sazonalmente secas da região leste da América do Sul, incluindo-se, então, florestas tropicais decíduas e semidecíduas e a caatinga (Oliveira-Filho *et al.* 2006). Euphorbiaceae também é uma das famílias de destaque em algumas formações florestais na América do Sul tais como as florestas sazonais de baixa latitude norte-leste e central-oeste, florestas na caatinga e Chaco (Oliveira-Filho *et al.* 2006).

A diversidade das áreas foi maior do que a de florestas decíduas (2,91-2,93) em Corumbá estudadas por Lima *et al.* (2010) e do Chaco Arborizado (2,69) em Porto Murtinho/ MS estudado por Nunes (2006).

ESTRUTURA.— A densidade total nas áreas foi maior que a das florestas chaquenhais argentinas registradas por Marino e Pensiero (2003) no Chaco Úmido e Bonino & Araújo (2005) no Chaco Seco (Tabela 2). A diferença das densidades entre este estudo e o de Marino e Pensiero (2003), ambos em Chaco Úmido, poderia estar relacionada ao grau ou período de inundação das áreas, Marino e Pensiero (2003) mencionam a ocorrência de grande densidade de herbáceas aquáticas em sua área de estudo, o que pode sugerir um grau ou período maior de inundação que o dos remanescentes. Já a diferença entre a área em Chaco Seco de Bonino e Araújo (2005) e os remanescentes de Chaco Úmido do presente trabalho pode ter alguma relação com a precipitação e o solo. Sampaio *et al.* (1981) observaram a forte influência que a precipitação, a permeabilidade e a profundidade dos solos tem sobre a densidade de plantas na Caatinga, um bioma também de caráter sazonal como o Chaco. Assim, é possível que uma menor precipitação e menor capacidade de drenagem por parte do solo das áreas de Chaco Seco, em que se estudou, possam influenciar negativamente na densidade de árvores.

A densidade total dos remanescentes de Chaco Florestado está mais próxima à das florestas decíduas levantadas por Ivanauskas & Rodrigues (2000), Salis *et al.* (2004) e Lima *et al.* (2010). Talvez esta semelhança tenha alguma relação com a fisionomia das áreas, em especial, aquelas estudadas por Salis *et al.* (2004) e Lima *et al.* (2010) por serem formações florestais do Pantanal, assim como as do presente estudo, e também estarem sujeitas a um clima sazonal (precipitação), característico da região, além de terem algumas espécies em comum, ou ainda pela semelhança na textura dos solos (média a argilosa).

Em relação ao valor de importância, *Phyllostylon rhamnoides* e *Sebastiania discolor* também apresentaram expressivos valores de importância (VIs) em algumas florestas decíduas em Corumbá (Salis *et*

al., 2004). *Anadenanthera colubrina* também destacou-se quanto ao VI em mesma fisionomia na mesma região (Lima *et al.* 2010). Para Damasceno-Júnior *et al.* (2009), o sucesso em ocupar as florestas estacionais no planalto, a capacidade de suportar inundações esporádicas, seu caráter pioneiro e rápida reprodução podem ter sido meios que facilitaram o estabelecimento de *A. colubrina* em áreas isoladas da planície.

Em relação a estrutura vertical da vegetação, para Lorenzi (2002) *Ruprechtia exploratricis*, *Diplokeleba floribunda*, *Anadenanthera colubrina* e *Parapiptadenia. rigida* são árvores heliófitas, o que poderia corroborar a sua dominância no estrato superior dos remanescentes. O dossel apresenta uma altura muito maior do que o descrito (5 a 7 m) pelo IBGE (1992) para esta fisionomia chaquenha em Porto Murtinho. Estratos similares foram observados por Salis *et al.* (2004) e Lima *et al.* (2010) em florestas decíduais de Corumbá. Lima *et al.* (2010) ainda observaram o destaque de *Capparis retusa* no sub-bosque e *Anadenanthera colubrina* no dossel. Um dossel e sub-bosque mais baixos (8 - 12 e 2 - 8 m) foram observados por Ramella & Spichiger (1989) e Marino e Pensiero (2003) em matas chaquenas. Ramella e Spichiger (1989) também observaram o destaque de *A. colubrina* no dossel. Segundo Navarro *et al.* (2010) dentro das florestas do Chaco Úmido, aquelas com solos argilosos e mal drenados tem altura média consideravelmente inferior à aquelas de solos bem a moderadamente bem drenados. As matas estudadas por Marino e Pensiero (2003) apresentam solos formados por sedimentos finos como silte, argila e areia fina, o que sugere um maior grau de inundação nessas áreas, enquanto nos remanescentes a areia grossa predomina sobre a areia fina, podendo ser, então, estas áreas melhor drenadas que as áreas de Marino e Pensiero (2003) e assim com um estrato arbóreo mais alto.

Na distribuição diamétrica, a abundância de indivíduos nas menores classes em contraste com as maiores classes diamétricas evidencia a regeneração das comunidades vegetacionais nos três remanescentes, isto é, um grande recrutamento de indivíduos jovens e o estabelecimento de populações com diâmetros maiores. *Phyllostylon rhamnoides*, abundante nos remanescentes, já foi descrita como umbrófila na fase jovem (Wenzel & Ampel, 1998), o predomínio de indivíduos jovens desta espécie nas menores classes diamétricas (Fig. 5B) pode estar indicando a ausência de perturbações recentes nesses remanescentes. Já o caráter heliófito de *Anadenanthera colubrina* e *Diplokeleba floribunda* (Lorenzi 2002), conforme observado na Fig. 4, pode explicar as descontinuidades diamétricas destas espécies (Fig. 5B). BOLFOR *et al.* (1998) ainda comentam que *A. colubrina* apresenta maior frequência em florestas perturbadas, o mesmo acontece

com *Coccoloba guaranitica* (Pott & Pott 1994), o que corrobora as informações obtidas a respeito das perturbações ocorrentes nos remanescentes anos atrás, tais como o intenso uso para pastejo de gado e as queimadas, hoje sendo observável a regeneração das áreas, o que indica a redução dessas atividades nos remanescentes.

SIMILARIDADE.— A alta similaridade de Piúva C com Piúva A e com Ximbuva 1 e a baixa similaridade entre estas provavelmente foi devido ao maior número de espécies em Piúva C, sendo algumas compartilhadas com Piúva A e outras com Ximbuva 1. Já em termos de densidade, a alta similaridade entre Piúva C e Ximbuva 1 foi devido à alta densidade absoluta, nas áreas, de espécies como *Coccoloba guaranitica*, *Phyllostylon rhamnoides*, *Capparis retusa*, *Diplokeleba floribunda*, *Parapiptadenia rigida* e Myrtaceae, por exemplo. A similaridade florística entre os fragmentos ainda pode ser devida à proximidade geográfica entre eles e à existência dos microrrelevos (tacurus e depressões/canais), criando-se, assim, micro-ambientes particulares para a flora ali estabelecida.

A composição florística destas matas tem alguma semelhança com as formações chaquenhas brasileiras levantadas por Noguchi *et al.* (2009) e Prado *et al.* (1992), sendo cerca de 19% e 15% das espécies registradas nos remanescentes comuns nas áreas levantadas por esses autores. Os remanescentes são floristicamente mais semelhantes com as florestas decíduais levantadas por Salis *et al.* (2004), sendo cerca de 25% das espécies ocorrentes nos remanescentes também presentes nessas florestas. Todos os levantamentos foram realizados no Pantanal.

RELAÇÕES ENTRE MICRORRELEVO, SOLO E VEGETAÇÃO.— Em relação aos parâmetros físicos do solo, o caráter mais argiloso do solo nas depressões do que nos tacurus também foi observado no Chaco argentino, com solos de caráter mais argiloso nas chamadas “zonas baixas” e mais arenosos nas “zonas altas”, devido ao acúmulo da água proveniente das chuvas e rios, onde acabam sedimentando-se os materiais finos (Ramella & Spichiger 1989).

Já quanto aos parâmetros químicos do solo dos remanescentes, a alta saturação por bases (V%) e baixa saturação por alumínio (m%) dele refletem a sua alta fertilidade sendo, portanto, classificado como solo eutrófico (Spera *et al.* 1997). É um solo mais fértil que o de cerradão no Pantanal, com V% em torno de 18-

50% (Salis *et al.* 2006). Ainda segundo Salis *et al.* (2006), *Anadenanthera colubrina* é uma espécie indicadora de solos eutróficos, o que é mais um indicativo da alta fertilidade destes solos. Além desta espécie, podem também ser citadas como indicadoras de solos eutróficos, por apresentarem alto valor de importância (VI) nos remanescentes, *Phyllostylon rhamnoides*, *Capparis retusa*, *Diplokeleba floribunda* e *Coccoloba guaranitica*.

Mesmo com um teor baixo de alumínio, a diferença de teores entre depressão e tacuru, sendo maior nas depressões/canais leva a hipótese que as espécies presentes nas depressões, tais como *Coccoloba guaranitica* e *Machaonia brasiliensis*, possam ter maior tolerância a um maior teor de alumínio (Fig. 5).

Navarro *et al.* (2011) observaram que concentrações de argila e teores de matéria orgânica e cálcio dos solos, de florestas chaquenhass e florestas de transição Chaco/Chiquitania no Paraguai, tendem a aumentar de solos bem drenados à pobremente drenados. Os referidos autores concluíram que há um gradiente de aumento na concentração de argila e teores de matéria orgânica e cátions solúveis nos solos das florestas chaquenhass do norte paraguaio, aumentando estas variáveis no sentido Oeste-Leste, isto é, das florestas de solo com melhor drenagem para as de pior drenagem.

Pelas concentrações de argila e teores de matéria orgânica presentes nos solos dos remanescentes estes solos assemelham-se aos solos bem a pobremente drenados estudados por Navarro *et al.* (2011) onde, por exemplo, as florestas de *Diplokeleba floribunda*-*Phyllostylon rhamnoides* se estabelecem, estas são consideradas florestas de transição Chaco/Chiquitania. No caso da matéria orgânica os teores presentes nos solos das florestas estudadas por Navarro *et al.* (2011) são inferiores (1,6 - 22,9 g/dm³) ao observado nos remanescentes, chegando nestes até 39 g/dm³.

Em relação às espécies, a distribuição espacial diferenciada entre tacuru e depressão/canal leva a idéia da existência não somente de um microrrelevo diferenciado, mas também a presença de micro-ambientes ou nichos ecológicos em uma mesma comunidade, onde algumas espécies possuirão maior adaptação a certas condições ambientais do que outras é o caso de *Machaonia brasiliensis* e *Coccoloba guaranitica*, predominantes nas depressões/canais, e já descritas como afins ou adaptadas a ambientes inundáveis no Chaco (Garcete, 2004), o que leva a hipotetizar também que podem ser espécies mais tolerantes à má drenagem do que às presentes nos tacurus.

As depressões presentes nos remanescentes de Chaco Florestado estudados não são uma característica particular destes. Segundo Ramella e Spichiger (1989) o relevo da planície chaqueña é caracterizado pela presença de sucessões de “zonas altas” e “zonas baixas” quase que indiferenciadas a não ser pela variação na composição florística. No Chaco Seco este tipo de relevo recebe o nome de “aguadas”, depressões de 20-50 m de dimensão e 2-3 m de profundidade (Ramella & Spichiger 1989). Para esses autores este relevo pode ser de origem fluvial ou eólica. Assim, estas “aguadas” podem corresponder às depressões presentes nas áreas de estudo. Barberis *et al.* (1998) também observaram uma diferença quanto a composição florística devido a presença de microrrelevos em florestas chaqueña em Santa Fé, na Argentina. Estes autores observaram que a maioria dos indivíduos das espécies lenhosas está distribuída, principalmente, em solos convexos e bem drenados, o que poderia corresponder aos *tacurus*, os quais neste estudo também apresentaram um maior número de espécies do que as depressões (Fig. 7).

FITOGEOGRAFIA.— Pela ampla à média distribuição de algumas espécies e presença restrita de outras a um tipo de formação vegetacional observa-se que as espécies listadas nos remanescentes não são totalmente típicas de Chaco, recebendo assim influências de formações fitogeográficas vizinhas no país, como *Brosimum gaudichaudii* (Amazônia), *Myracrodruon urundeuva* e *Pseudobombax marginatum* (transição cerrado/floresta estacional decidual), conforme listagem de Pott & Pott (2009). A distribuição de algumas espécies chega a ser a nível continental, na América do Sul, *Anadenanthera colubrina*, *Parapiptadenia rigida* e *Myracrodruon urundeuva* estão presentes em florestas sazonais tropicais e subtropicais, *A. colubrina* ainda ocorre na caatinga e florestas de Chaco; *B. gaudichaudii*, *Ceiba speciosa* e *Triplaris gardneriana* estão presentes em florestas sazonais tropicais e *Aspidosperma pyrifolium* e *Amburana cearensis* ocorrem tanto na caatinga quanto nas florestas sazonais subtropicais (Oliveira-Filho *et al.* 2006).

Em uma comparação com a listagem florística das florestas sazonalmente secas do leste da América do Sul de Oliveira-Filho *et al.* (2006), observa-se que 25% das 53 espécies registradas nos remanescentes, entre elas *Phyllostylon rhamnoides*, *Capparis retusa*, *Tabebuia heptaphylla* e *Sebastiania brasiliensis*, também é comum às florestas sazonais subtropicais, enquanto 18% é comum ao registrado para as florestas de Chaco e 13% ao da Caatinga (Oliveira-Filho *et al.* 2006). Segundo Spichiger *et al.* (2006) o Chaco Úmido é um ecótono, ou seja, uma grande comunidade com afinidades com outros tipos vegetacionais da América do

Sul. Assim, observa-se que os remanescentes de Chaco Florestado estudados e presentes na região do Chaco Úmido também são formações florestais de transição entre Chaco e Amazônia e Caatinga, por exemplo.

As florestas chaquenhass de Porto Murtinho possuem uma flora rica e diversificada, apresentando espécies não somente chaquenhass, mas também de outras formações fitogeográficas, como a Amazônia e Caatinga. Estruturalmente estas florestas possuem espécies que se destacam pelo seu VI, tais como *Anadenanthera colubrina* e *Phyllostylon rhamnoides* e *Coccoloba guaranitica*, as quais então acabam caracterizando o dossel e sub-bosque dessa fisionomia chaquenha. Além disso, possuem solos férteis, mas com algumas diferenças físico-químicas no solo devido à presença de microrrelevos (tacuru e depressão/canal). A presença dos microrrelevos também influencia na distribuição espacial das espécies, como no caso de *Coccoloba guaranitica* e *Machaonia brasiliensis*, predominantes nas depressões. Estes microrrelevos acabam, então, atuando como micro-ambientes ao exercer certa influência nas características edáficas e distribuição espacial das espécies nestas florestas.

AGRADECIMENTOS

À Deus em primeiro lugar, também à FUNDECT pela concessão da bolsa, ao CNPq pelo financiamento do projeto, bem como a Embrapa Pantanal pelo apoio financeiro. Agradeço ainda aos colegas e amigos Duca, Saulo, Sérgio, Rebeca, Hallison e Barnabé que auxiliaram nas coletas, bem como a doutora Ana H. Fernandes e Fernando Fernandes pelo auxílio na interpretação das análises de solo.

LITERATURA CITADA

ABDON, M.M., SILVA, J.S.V., SOUZA, I.M., ROMON, V.T., RAMPAZZO, J. E FERRARI, D.L. 2007.

Desmatamento no Bioma Pantanal até o ano de 2002: relações com a fitofisionomia e limites municipais. Revista Brasileira de Cartografia 59: 17-24.

ALVAREZ, R. E LAVADO, R.S. 1998. Climate, organic matter and clay content relationships in the Pampa and Chaco soils, Argentina. Geoderma 83: 127-141.

- ALVES, F.M. E SARTORI, A.L.B. 2009. Caesalpinioideae (Leguminosae) de um remanescente de Chaco em Porto Murtinho, Mato Grosso do Sul, Brasil. *Rodriguésia* 60: 531-550.
- AMADOR, G.A. 2006. Composição florística e caracterização estrutural de duas áreas de carandazais nas sub-regiões do Miranda e Nabileque, Pantanal sul-matogrossense, Brasil. Dissertação de mestrado, Universidade Federal de Mato Grosso do Sul, Campo Grande, p.56 (ver <http://www.cpap.embrapa.br/teses/online/DST60.pdf>).
- ANGIOSPERM PHYLOGENY GROUP III (APG III). 2009. An update of the Angiosperm Phylogeny Group classification for the orders and families of flowering plants: APG III. *Botanical Journal of the Linnean Society* 161: 105-121.
- BEATTY, S.W. 1984. Influence of microtopography and canopy species on spatial patterns of forest understory plants. *Ecology* 65: 1406-1419.
- BOLFOR, JUSTINIANO, M.J. E FREDERICKSEN, T.S. 1998. Ecología y Silvicultura de Especies Menos Conocidas: *Cuta Phyllostylon rhamnoides*, Ulmaceae. El País, Santa Cruz, p.19 (ver http://pdf.dec.org/pdf_docs/Pnacg858.pdf).
- BONINO, E.E. E ARAUJO, P. 2005. Structural differences between a primary and a secondary forest in the Argentine Dry Chaco and management implications. *Forest Ecology and Management* 206: 407-412.
- BRASIL. 1982. Projeto Radambrasil. Folha SF. 21 Campo Grande: geologia, geomorfologia, pedologia, vegetação e uso potencial da terra. Levantamento de Recursos Naturais, Ministério das Minas e Energia. Departamento Nacional de Produção Mineral, Rio de Janeiro.
- BROWER, J.E. E ZAR, J.H. 1984. Field and laboratory methods for general ecology. 2nd, C. Brown, Iowa.
- CARDOSO, E.L., FERNANDES, A.H.B.M. E FERNANDES, F.A. 2009. Análise de solos: finalidade e procedimentos de amostragem. Comunicado Técnico, 79. Embrapa Pantanal, Corumbá, p. 5 (ver http://www.cpap.embrapa.br/publicacoes/download.php?arq_pdf=COT79).
- CRIA. 2011. Species Link (ver <http://www.splink.org.br/index>).
- DAMASCENO-JÚNIOR, G.A. 2005. Estudo florístico e fitossociológico de um gradiente altitudinal no Maciço Urucum - Mato Grosso do Sul, Brasil. Tese de doutorado, Universidade Estadual de Campinas, Campinas.

- DAMASCENO-JUNIOR, G.A., SEMIR, J., SANTOS, F.A.M. E LEITÃO-FILHO, H.F. 2005. Structure, distribution of species and inundation in a riparian forest of Rio Paraguai, Pantanal, Brazil. *Flora* 200: 119-135.
- DAMASCENO-JUNIOR, G.A., POTT, A., POTT, V.J. E SILVA, J.S.V. 2009. Florestas estacionais no Pantanal, considerações florísticas e subsídios para conservação. In *Anais do II Simpósio de Geotecnologias no Pantanal*, Embrapa Informática Agropecuária/INPE, Corumbá, p.784-795.
- DUBS, B. 1992. Observations on the differentiation of woodland and wet savanna habitat in the Pantanal of Mato Grosso, Brazil. In P.A. Furley, J. Proctor e J.A. Ratter (Eds.). *Nature and dynamics of forest-savanna boundaries*, p.431-449.
- EVA, H.D., BELWARD, A.S., DE MIRANDA, E.E., DI BELLA, C.M., GOND, V., HUBER, O., JONES, S., SGRENZAROLI, M. E FRITZ, S. 2004. A land cover map of South America. *Global Change Biology* 10: 731-744.
- FERNANDES, F.A., FERNANDES, A.H.B.M., SOARES, M.T.S., PELLEGRIN, L.A. E LIMA, I.B.T. 2007. Atualização do mapa de solos da planície pantaneira para o Sistema Brasileiro de Classificação de Solos. Comunicado Técnico, 61. Embrapa Pantanal, Corumbá (ver http://www.cpap.embrapa.br/publicacoes/download.php?arq_pdf=COT61).
- GARCETE, 2004. W. Proyecto corredor ecológico - Chaco Boreal: Departamento de Alto Paraguay. “Un eslabón territorial para el gran corredor Sudamericano”. Informe Final. Fundación para el desarrollo sustentable del Chaco, p.36.
- GENTRY, A.H. 1995. Diversity and floristic composition of neotropical dry forests. In S. H. Bullock, A. Mooney, E. Medina (Eds.). *Seasonally Tropical Dry Forests*, p. 146-190.
- GIMENEZ, A.M., HERNANDEZ, P., GEREZ, R. E RIOS, N.A. 2007. Diversidad vegetal en siete unidades demostrativas del chaco semiarido argentino. *Maderas y Bosques* 13: 61-78.
- HEREDIA, O.S., GIUFFRÉ, L., GORLERI, F.J. E CONTI, M.E. 2006. Calidad de los suelos del Norte de Santa Fe. Efecto de la geomorfología y el uso de la tierra. *CI. Suelo (Argentina)* 24: 109-114.
- IBGE. 1992. Manual técnico da vegetação brasileira. Fundação Instituto Brasileiro de Geografia e Estatística, Rio de Janeiro, p 89.

- IVANAUSKAS, N.M. E RODRIGUES, R. R. 2000. Florística e fitossociologia de remanescentes de floresta estacional decidual em Piracicaba, São Paulo, Brasil. *Revista Brasil. Bot.* 23: 291-304.
- LEWIS, J.P., PIRE, E.F. E VESPRINI, J.L. 1994. The mixed dense forest of the Southern Chaco: Contribution to the study of flora and vegetation of the Chaco- VIII. *Candollea* 49: 159-168.
- LIMA, M.S., DAMASCENO-JÚNIOR, G.A. E TANAKA, M.O. 2010. Aspectos estruturais da comunidade arbórea em remanescentes de floresta estacional decidual, em Corumbá, MS, Brasil. *Revista Brasil. Bot.* 33: 437-453.
- LORENZI, H. 2002. Árvores Brasileiras: manual de identificação e cultivo de plantas arbóreas do Brasil. Plantarum, Nova Odessa.
- MARINO, G. E PENSIERO, J.F. 2003. Heterogeneidad florística y estructural de los bosques de *Schinopsis balansae* (Anacardiaceae) en el sur del Chaco Húmedo. *Darviniana* 41: 17-28.
- MAZZARINO, M.J., OLIVA, L., ABRIL, A. E ACOSTA, M. 1991. Factors affecting nitrogen dynamics in a semiarid woodland (Dry Chaco, Argentina). *Plant and Soil* 138: 85-98.
- NAVARRO, G., MOLINA, J.A., E VEGA, S. 2011. Soil factors determining the change in forests between dry and wet Chacos. *Flora* 206: 136-143.
- NOGUCHI, D.K., NUNES, G.P. E SARTORI, A.L.B. 2009. Florística e síndromes de dispersão de espécies arbóreas em remanescentes de Chaco de Porto Murtinho, Mato Grosso do Sul, Brasil. *Rodriguésia* 60: 353-365.
- NUNES, G.P. 2006. Estudo florístico de formações chaquenhais brasileiras e caracterização estrutural de um remanescente de Chaco de Porto Murtinho, MS, Brasil. Dissertação de Mestrado. Universidade Federal de Mato Grosso do Sul, Campo Grande, p77.
- OLIVEIRA FILHO, A.T.; JARENKOW, J.A. E RODAL, M.J.N. 2006 Floristic relationships of seasonally dry forests of Eastern South America based on tree species distribution patterns. In R.T Pennington, G.P Lewis, e J.A. Ratter (Eds.). *Neotropical savannas and seasonally dry forests: plant diversity, biogeography and conservation.*, p. 159-192.
- POTT, A. E POTT, V.J. 1994. Plantas do Pantanal. Embrapa-CPAP/Embrapa-SPI, Corumbá/Brasília.
- POTT, A. E POTT, V. 2009. Vegetação do Pantanal: fitogeografia e dinâmica. In *Anais do II Simpósio de Geotecnologias no Pantanal*, Embrapa Informática Agropecuária/INPE, Corumbá, p.1065-1076.

- PRADO, D.E., GIBBS, P.E., POTT, A. E POTT, V.J. 1992. The chaco-transition in southern Mato-Grosso, Brazil. In Nature and dynamics of forest-savanna boundaries (P.A. Furley, J. Proctor & J.A. Ratter, eds.). Chapman & Hall, London, p.451-470.
- PRADO, D.E. 1993. What is the Gran Chaco vegetation in South America? I. A review. Contribution to the study of flora and vegetation of the Chaco- V. Candollea 48: 145-172.
- PRANCE, G.T. E SCHALLER, G.B. 1982. Preliminary study of some vegetation types of the Pantanal, Mato Grosso, Brazil. Brittonia 34: 228-251.
- RAMELLA, L. E SPICHIGER, R. 1989. Interpretación preliminar del medio físico y de la vegetación del Chaco Boreal: Contribución al estudio de la flora y de la vegetación de Chaco- I. Candollea 44: 639-680.
- RATTER, J.A., POTT, A., POTT, V.J., NUNES DA CUNHA, C. E HARIDASAN, M. 1988. Observations on woody vegetation types in the Pantanal and at Corumbá, Brazil. Notes From the Royal Botanic Garden Edinburgh 45: 503-525.
- RIBEIRO, J. F., SILVA, J.C.S. E 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. E POTT, A. 1999. Fitossociologia de formações arbóreas da bacia do Alto Paraguai, Brasil. In Anais do II Simpósio sobre recursos naturais e socio-econômicos do Pantanal - manejo e conservação, Embrapa Pantanal, Corumbá, p.357-380.
- SALIS, S. M. 2004. Distribuição das espécies arbóreas e estimativa da biomassa aérea em savanas florestadas, Pantanal da Nhecolândia, Estado do Mato Grosso do Sul. Tese de doutorado, Universidade Estadual Paulista “Júlio de Mesquita Filho”, Rio Claro.
- SALIS, S. M., SILVA, M. P., MATTOS, P. P., SILVA, J. S. V.; POTT, V. J. E POTT, A. 2004. Fitossociologia de remanescentes de floresta estacional decidual em Corumbá, Estado do Mato Grosso do Sul, Brasil. Revista Brasil. Bot. 27: 671-684.
- SALIS, S. M., ASSIS, M. A., MATTOS, P. P. E PIÃO, A.C.S. 2006. Estimating the aboveground biomass and wood volume of savanna woodland in Brazil's Pantanal wetlands based on allometric correlations. Forest Ecology and Management 228: 61-68.

- SHEPHERD, G.J. E URBANETZ, C. 2010. FITOPAC 2.1: Manual do usuário. Departamento de Biologia Vegetal, Universidade Estadual de Campinas. Campinas.
- SILVA, M. P., POTT, V. J., PONZONI, F. J. E POTT, A. 2000. Fitossociologia e estrutura de cerrado e mata semidecídua do Pantanal da Nhecolândia, MS. *In* III Simpósio sobre recursos naturais e sócio-econômicos do Pantanal - os desafios do novo milênio, Embrapa Pantanal, Corumbá, p. 22 (ver <http://www.cpap.embrapa.br/agencia/congresso/Bioticos/SILVA-082.pdf>).
- SILVA, J.S.V., ABDON, M.M. E POTT, A. 2007. Cobertura vegetal do bioma Pantanal em 2002. *In* Anais do XXIII Congresso Brasileiro de Cartografia, Rio de Janeiro, Brasil, p. 1030-1038.
- SILVA, M.P., MAURO, R.A., ABDON, M.M. E SILVA, J.S.V. 2008. Estado de Conservação do Chaco (Savana Estépica) Brasileiro. *In* Anais do II Simpósio Internacional Savanas Tropicais. Embrapa Cerrados, Brasília, 6p.
- SPERA, S.T., TOSTO, S.G., CARDOSO, E.L. E OLIVEIRA, H. 1997. Levantamento de reconhecimento de alta intensidade dos solos e avaliação da aptidão agrícola das terras da borda oeste do Pantanal: Maciço do Urucum e adjacências, MS. Boletim de Pesquisa 9, Embrapa-CPAP/Embrapa-CNPq, Corumbá/Rio de Janeiro.
- SPICHIGER, R.; CALENGE, C. E BISE, B. 2004. Geographical zonation in the Neotropics of tree species characteristic of the Paraguay-Parana. *Journal of Biogeography* 31: 1489-1501.
- SPICHIGER, R.; BISE, B., CALENGE, C. E CHATELAIN, C. 2006. Biogeography of the forests of the Paraguay-Paraná Basin. *In* R.T Pennington, G.P Lewis, e J.A. Ratter (Eds.). Neotropical savannas and seasonally dry forests: plant diversity, biogeography and conservation, p. 193-211.
- USLAR, Y. V., MOSTACEDO, B. E SALDÍAS, M. 2003. Composición, estructura y dinámica de un bosque seco semidecídúo en Santa Cruz, Bolivia. Documento Técnico 114, USAID, Bolivia.
- WENZEL, M. E HAMPEL, H. 1998. Regeneración de las principales especies arbóreas del Chaco Húmedo argentino. *Quebracho* 6: 5-18
- WHITTAKER, R.H. 1975. Communities and ecosystems. Collier-Macmillan Canada, Ltda, New York.

CHECKLIST FOR PREPARATION OF MANUSCRIPTS AND ILLUSTRATIONS

I. General Instructions

➤ Publication must be in English, but second abstract in other languages (such as Spanish, French, Portuguese, Hindi, Arabic, Chinese etc.) may be published as online Supporting Information. BIOTROPICA offers assistance in editing manuscripts if this is required (see English Editorial Assistance below). Second abstracts will **not** be copy-edited and the author(s) must take full responsibility for content and quality.

➤ Manuscripts may be submitted in the following categories, based on these suggested word limits:

Paper (up to 5000 words)

Insights (up to 2000 words)

Review (up to 8000 words)

Commentary (up to 2000 words)

Word counts exclude title page, abstract(s), literature cited, tables, figures, or appendices.

➤ Use 8.5" x 11" page size (letter size). Double space everything, including tables, figure legends, abstract, and literature cited.

➤ Use a 1" margin on all sides. Align left. Avoid hyphens or dashes at ends of lines; do not divide a word at the end of a line.

➤ Use standard 12 point type (Times New Roman).

➤ Indent all but the first paragraph of each section.

➤ Use italics instead of underline throughout. Italicize non-English words such as *e.g.*, *i.e.*, *et al.*, *cf.*, *ca.*, *n.b.*, *post-hoc*, and *sensu* (the exceptions being 'vs.' and 'etc.').

➤ Include page number in the centre of all pages. Do use line numbering starting on each page.

➤ Cite each figure and table in the text. Tables and figures must be numbered in the order in which they are cited in the text.

➤ Use these abbreviations: yr (singular & plural), mo, wk, d, h, min, sec, diam, km, cm, mm, ha, kg, g, L, g/m²

For units, avoid use of negative numbers as superscripts: use the notation m^2 rather than m^{-2} .

- Write out other abbreviations the first time they are used in the text; abbreviate thereafter: "El Niño Southern Oscillation (ENSO) . . ."
- Numbers: Write out one to ten unless a measurement (*e.g.*, four trees, 6 mm, 35 sites, 7 yr, 10×5 m, > 7 m, $\pm$ SE) or in combination with other numbers (*e.g.*, 5 bees and 12 wasps). Use a comma as a separator in numbers with **more than** four digits (*i.e.*, 1000, but 10,000); use decimal points as in 0.13; 21°C (no spaces); use dashes to indicate a set location of a given size (*e.g.*, 1-ha plot).
- Spell out 'percent' except when used in parentheses (20%) and for 95% CI.
- Statistical abbreviations: Use italics for *P*, *N*, *t*, *F*, R^2 , *r*, *G*, *U*, *N*, χ^2 (italics, superscripts non-italics); but use roman for: df, SD, SE, SEM, CI, two-way ANOVA, ns
- Dates: 10 December 1997; Times: 0930 h, 2130 h
- Latitude and Longitude are expressed as: 10°34'21" N, 14°26'12" W
- Above sea level is expressed as: asl
- Regions: SE Asia, UK (no periods), but note that U.S.A. includes periods.
- Geographical place names should use the English spelling in the text (Zurich, Florence, Brazil), but authors may use their preferred spelling when listing their affiliation (Zürich, Firenze, Brasil).
- Lists in the text should follow the style: ... : (1)... ; (2)...; and (3)..., as in, "The aims of the study were to: (1) evaluate pollination success in *Medusagyne oppositifolia*; (2) quantify gene flow between populations; and (3) score seed set."
- Each reference cited in text must be listed in the Literature Cited section, and vice versa. Double check for consistency, spelling and details of publication, including city and country of publisher.
- For manuscripts ACCEPTED for publication but not yet published, cite as Yaz (in press) or (Yaz, in press). Materials already published online can be cited using the digital object identifier (doi)
- Literature citations in the text are as follows:

One author: Yaz (1992) or (Yaz 1992)

Two authors: Yaz and Ramirez (1992); (Yaz & Ramirez 1992)

Three or more authors: Yaz *et al.* (1992), but include ALL authors in the literature cited section.

Cite unpublished materials or papers not in press as (J. Yaz, pers. obs.) or (J. Yaz, unpubl. data).

Initials and last name must be provided. ‘In prep’ or ‘submitted’ are NOT acceptable, and we encourage authors not to use ‘pers. obs.’ or ‘unpubl. data’ unless absolutely necessary. Personal communications are cited as (K. A. Liston, pers. comm.).

➤ Use commas (Yaz & Taz 1981, Ramirez 1983) to separate citations, BUT use semicolon for different types of citations (Fig. 4; Table 2) or with multiple dates per author (Yaz *et al.* 1982a, b; Taz 1990, 1991). Order references by year, then alphabetical (Azy 1980, Yaz 1980, Azy 1985).

➤ Assemble manuscripts in this order:

Title page

Abstract (s)

Key words

Text

Acknowledgments (spelled like this)

Literature cited

Tables

Appendix (when applicable)

Figure legends (one page)

Figures

➤ For the review purpose, submit the entire manuscript, with Tables, Figure legends and Figures embedded at the end of the manuscript text, as a Microsoft Word for Windows document (*.doc), or equivalent for Mac or Linux. Do NOT submit papers as pdf files.

II. Title Page

(Do not number the title page)

➤ Running heads two lines below top of page.

LRH: Yaz, Pirozki, and Peigh (may not exceed 50 characters or six author names; use Yaz *et al.*)

RRH: Seed Dispersal by Primates (use capitals; may not exceed 50 characters or six words)

Complete title, flush left, near middle of page, Bold Type and Initial Caps, usually no more than 12 words.

- Where species names are given in the title it should be clear to general readers what type(s) of organism(s) are being referred to, either by using Family appellation or common name. For example: ‘Invasion of African Savanna Woodlands by the Jellyfish tree *Medusagyne oppositifolia*’, or ‘Invasion of African Savanna Woodlands by *Medusagyne oppositifolia* (Medusagynaceae)’
- Titles that include a geographic locality should make sure that this is clear to the general reader. For example: ‘New Species of Hummingbird Discovered on Flores, Indonesia’, and NOT ‘New Species of Hummingbird Discovered on Flores’.
- Below title, include author(s) name(s), affiliation(s), and unabbreviated complete address(es). Use superscript number(s) following author(s) name(s) to indicate current location(s) if different than above. In multi-authored papers, additional footnote superscripts may be used to indicate the corresponding author and e-mail address. **Please refer to a current issue.**
- At the bottom of the title page every article must include: Received ____; revision accepted ____ . (BIOTROPICA will fill in dates.)

III. Abstract Page

(Page 1)

- Abstracts should be concise (maximum of 250 words for papers and reviews; 50 words for Insights; no abstract for Commentary). Include brief statements about the intent, materials and methods, results, and significance of findings. The abstract of Insights should emphasise the novelty and impact of the paper.
- Do not use abbreviations in the abstract.
- **Authors are strongly encouraged to provide a second abstract in the language relevant to the country in which the research was conducted**, and which will be published as online Supporting Information. This second abstract should be embedded in the manuscript text following the first abstract.
- Provide up to eight key words after the abstract, separated by a semi-colon (;). Key words should be listed alphabetically. Include location, if not already mentioned in the title. See style below. Key words

should NOT repeat words used in the title. Authors should aim to provide informative key words—avoid words that are too broad or too specific.

- *Key words*: Melastomataceae; *Miconia argentea*; seed dispersal; Panama; tropical wet forest.—Alphabetized and key words in English only.

IV. Text

(Page 2, etc) See General Instructions above, or recent issue of BIOTROPICA (Section I).

- No heading for Introduction. First line or phrase of Introduction should be SMALL CAPS.
- Main headings are **METHODS**, **RESULTS**, and **DISCUSSION**: All CAPITALS and **Bold**. Flush left, one line.
- One line space between main heading and text
- Second level headings: SMALL CAPS, flush left, Capitalize first letter, begin sentence with em-dash, same line (*e.g.*, INVENTORY TECHNIQUE.—The ant inventory...).
- Use no more than second level headings.
- Do not use footnotes in this section.
- References to figures are in the form of ‘Fig. 1’, and tables as ‘Table 1’. Reference to online Supporting Information is as ‘Fig. S1’ or ‘Table S1’.

V. Literature Cited

(Continue page numbering and double spacing)

- No ‘in prep.’ or ‘submitted’ titles are acceptable; cite only articles published or ‘in press’. ‘In press’ citations must be accepted for publication. Include journal or publisher.
- Verify all entries against original sources, especially journal titles, accents, diacritical marks, and spelling in languages other than English.
- Cite references in alphabetical order by first author's surname. References by a single author precede multi-authored works by the same senior author, regardless of date.
- List works by the same author chronologically, beginning with the earliest date of publication.
- Insert a period and space after each initial of an author's name; example: YAZ, A. B., AND B. AZY. 1980.

Authors Names: use SMALL CAPS.

- **Every** reference should spell out author names as described above. BIOTROPICA no longer uses ‘em-dashes’ (—) to substitute previously mentioned authors.
- Use journal name abbreviations (see <http://www.bioscience.org/atlas/jourabbr/list.htm>). If in doubt provide full journal name.
- Double-space. Hanging indent of 0.5 inch.
- Leave a space between volume and page numbers and do not include issue numbers. 27: 3–12
- Article in books, use: AZY, B. 1982. Title of book chapter. *In* G. Yaz (Ed.). Book title, pp. 24–36. Blackwell Publications, Oxford, UK.
- Dissertations, use: ‘PhD Dissertation’ and ‘MSc Dissertation’.

VI. Tables

(Continue page numbering)

- Each table must start on a separate page, double-spaced. The Table number should be in Arabic numerals followed by a period. Capitalize first word of title, double space the table caption. Caption should be italicized, except for words and species names that are normally in italics.
- Indicate footnotes by lowercase superscript letters (^a, ^b, ^c, etc.).
- Do not use vertical lines in tables.
- Ensure correct alignment of numbers and headings in the table (see current issues)
- Tables must be inserted as a Word table or copy and pasted from Excel in HTML format.

VII. Figure Legends

(Continue page numbering)

- Double-space legends. All legends on one page.
- Type figure legends in paragraph form, starting with ‘FIGURE’ (uppercase) and number.
- Do not include ‘exotic symbols’ (lines, dots, triangles, etc.) in figure legends; either label them in the figure or refer to them by name in the legend.

Label multiple plots/images within one figure as A, B, C etc, as in ‘FIGURE 1. Fitness of *Medusagyne oppositifolia* as indicated by (A) seed set and (B) seed viability’, making sure to include the labels in the relevant plot.

Appendices

- We do NOT encourage the use of Appendices unless absolutely necessary. Appendices will be published as online Supporting Information in almost all cases.
- Appendices are appropriate for species lists, detailed technical methods, mathematical equations and models, or additional references from which data for figures or tables have been derived (*e.g.*, in a review paper). If in doubt, contact the editor.
- Appendices must be referred to in the text, as Appendix S1. Additional figures and tables may be published as SI (as described above), but these should be referred to as Fig. S1, Table S1.
- Appendices should be submitted as a separate file.
 - The editor reserves the right to move figures, tables and appendices to SI from the printed text, but will discuss this with the corresponding author in each case.

Tabela 1. Espécies registradas nos remanescentes de Chaco Florestado, Porto Murtinho/MS, Brasil, com seus respectivos hábitos de crescimento (árvore = A; arbusto = ar; arvoreta = Arv; pa = palmeira; ca = cacto), nomes populares e densidade absoluta (nº de indivíduos/ha) nas áreas de ocorrência.

Família	Espécie	Hábito	Nome popular	Remanescentes		
				Piúva A	Piúva C	Ximbuva 1
Anacardiaceae	<i>Astronium urundeuva</i> (Allemão) Engl.	A	aroeira		6,9	23,7
	<i>Schinopsis brasiliensis</i> Engl.	A			13,7	15,8
Apocynaceae	<i>Aspidosperma quebracho-blanco</i> Schltld.	A	quebracho-blanco	8,5	20,6	15,8
	<i>Aspidosperma pyrifolium</i> Mart.	A	pereiro-branco	25,4	13,7	15,8
	cf. <i>Aspidosperma</i> sp.	A		33,9	34,3	79,0
Arecaceae	<i>Acrocomia aculeata</i> (Jacq.) Lodd. ex Mart.	pa	bocaiúva		6,9	
Bignoniaceae	<i>Tabebuia</i> cf. <i>heptaphylla</i> (Vell.) Toledo	A	piúva		20,6	31,6
	<i>Tabebuia nodosa</i> (Griseb.) Griseb.	A	labão	8,5	13,7	15,8
Boraginaceae	cf. <i>Cordia</i> sp.	A		33,9	20,6	
Cactaceae	<i>Cereus bicolor</i> Rizzini & Mattos	ca				23,7
Capparaceae	<i>Capparis retusa</i> Griseb.	ar, A		118,6	54,9	63,2
	<i>Capparis speciosa</i> Griseb.	ar, A	pau-verde	16,9	6,9	15,8
	<i>Capparis tweediana</i> Eichler	ar			6,9	
Euphorbiaceae	<i>Adelia membranifolia</i> (Müll. Arg.) Chodat & Hassl.	ar, A		84,7	6,9	71,1
	<i>Sebastiania brasiliensis</i> Spreng.	ar	leiteiro-da-folha-fina	8,5	13,7	
	<i>Sebastiania discolor</i> (Spreng.) Müll. Arg.	ar		161,0	13,7	15,8
Fabaceae	<i>Albizia inundata</i> (Mart.) Barneby & J.W. Grimes	A	bigueiro			15,8
	<i>Amburana cearensis</i> (Allemão) A.C. Sm.	A	amburana	8,5	13,7	
	<i>Anadenanthera colubrina</i> (Vell.) Brenan	A	angico	84,7	6,9	118,4
	<i>Caesalpinia paraguariensis</i> (D. Parodi) Burkart	A	pau-ferro			7,9
	<i>Chloroleucon mangense</i> (Jacq.) Britton & Rose	A			6,9	
	<i>Geoffroea spinosa</i> Jacq.	A		42,4	13,7	15,8
	<i>Lonchocarpus nudiflorens</i> Burkart	A		42,4	20,6	47,4
	<i>Machaerium eriocarpum</i> Benth.	ar, A		8,5	6,9	
	<i>Parapiptadenia rigida</i> (Benth.) Brenan	A	angico-vermelho	50,8	61,7	94,8
	<i>Senegalia polyphylla</i> (DC.) Britton & Rose	ar		8,5	13,7	31,6

continua...

Família	Espécie	Hábito	Nome popular	Remanescentes		
				Piúva A	Piúva C	Ximbuva 1
Malvaceae	<i>Ceiba samauma</i> (Mart.) K. Schum.	A			6,9	7,9
	<i>Pseudobombax marginatum</i> (A. St.-Hil., Juss. & Cambess.) A. Robyns	A			6,9	
	<i>Ceiba speciosa</i> (A. St.-Hil.) Ravenna	A	barriguda	8,5	6,9	
Moraceae	<i>Brosimum gaudichaudii</i> Trécul	A	mama-cadela	16,9	13,7	23,7
Myrtaceae	cf. <i>Eugenia</i> sp.	ar			6,9	7,9
	Myrtaceae	Arv		59,3	82,3	55,3
Nyctaginaceae	<i>Reichenbachia paraguayensis</i> (D. Parodi) Dugand & Daniel	ar			6,9	
	Nyctaginaceae 1	A		16,9	13,7	
	Nyctaginaceae 2	A			13,7	15,8
	Nyctaginaceae 3	A		8,5		
Polygonaceae	<i>Coccoloba</i> cf. <i>cujabensis</i> Wedd.	ar	uveira-do-mato		13,7	
	<i>Coccoloba guaranitica</i> Hassl.	Arv	canjiquinha	84,7	82,3	142,1
	<i>Ruprechtia exploratricis</i> Sandwith	A		16,9	48,0	
	<i>Ruprechtia triflora</i> Griseb.	A		8,5	20,6	
	<i>Triplaris gardneriana</i> Wedd.	A	novateiro-preto		13,7	7,9
Rhamnaceae	<i>Ziziphus oblongifolius</i> S. Moore	A	olho-de-boi	16,9	13,7	
Rubiaceae	<i>Chomelia obtusa</i> Cham. & Schltdl.	ar	espinheiro-do-cerrado	16,9	20,6	23,7
	<i>Machaonia brasiliensis</i> Cham. & Schltdl.	ar, A		67,8	27,4	23,7
Rutaceae	<i>Zanthoxylum petiolare</i> A. St.-Hil. & Tul.	ar			13,7	
Santalaceae	<i>Acanthosyris falcata</i> Griseb.	A			6,9	
Sapindaceae	<i>Diplokeleba floribunda</i> N.E. Br.	A	canela-de-cotia	67,8	68,6	47,4
	<i>Melicoccus lepidopetalus</i> Radlk	A	água-pomba-macho	16,9	6,9	31,6
Sapotaceae	<i>Sideroxylon obtusifolium</i> (Humb. ex Roem. & Schult.) T.D. Penn.	A	laranjinha	33,9	20,6	7,9
Simaroubaceae	<i>Castela</i> sp.	ar			20,6	7,9
Ulmaceae	<i>Phyllostylon rhamnoides</i> (J. Poiss.) Taub.	A		161,0	116,6	102,6
Indeterminada	Indeterminada 1	ar			13,7	
	Indeterminada 2	A		8,5	34,3	39,5

Tabela 2. Parâmetros fitossociológicos/florísticos dos remanescentes de Chaco Florestado da fazenda Santa Vergínia e de outras florestas chaquenhass e estacionais. Representação das siglas: BS = Bosque chaquenho de Schinopsis balansae; ChF = Chaco Florestado; ChArb = Chaco Arborizado; FED = Floresta Estacional Decidual; FEDTB = Floresta Estacional Decidual de Terras Baixas; FEDSub = Floresta Estacional Decidual Submontana; FEDAI = Floresta Estacional Decidual Aluvial e BSS = Bosque Seco Semidecíduo; FChDM = Floresta Chaquenha Densa Mista.

Referência	Nº de pontos (p)/ parcelas (pa)	Critério de inclusão (cm)	Nº de espécies	Nº de famílias	Índice de Shannon (H')	Equabilidade (J')	Densidade total (nº de indivíduos/ha)	Área (equivalente)/ amostrada (ha)	Localidade	Tipo de Floresta
Este estudo										
Piúva A	40 p	CAP ≥ 15	33	17	3,07	0,88	1372,97	0,12	Porto Murinho	ChF
Piúva C	40 p	CAP ≥ 15	49	23	3,51	0,90	1060,15	0,15	Porto Murinho	ChF
Ximbuva I	40 p	CAP ≥ 15	34	18	3,18	0,90	1243,03	0,13	Porto Murinho	ChF
Estudos em florestas chaquenhass										
Noguchi et al. (2009)	caminhadas	-	49	24					Argentina	
Gimenez et al. (2007)			40							
Nunes (2006)	47Ppa	CAP ≥ 5	45	26	2,69	0,71	-	-		ChArb
Bonino & Araujo (2005)	16pa	DAP ≥ 5					155,65		Córdoba/Argentina	Seco
Marino & Pensiero (2003)	25p	CAP ≥ 13	37	-	-	-	80 a 904	-	Santa Fé/Argentina	BS
Lewis et al. (1994)		-	8 a 13	-	-	-	-	-	Santa Fé/Argentina	FChDM
Prado et al. (1992)			23						Corumbá/Brasil	
Prado et al. (1992)			23						Porto Murinho/Brasil	

continua...

Referência	Nº de pontos (p)/ parcelas (pa)	Critério de inclusão (cm)	Nº de espécies	Nº de famílias	Índice de Shannon (H')	Equabilidade (J')	Densidade total (nº de indivíduos/ha)	Area (equivalente)/ amostrada (ha)	Localidade	Tipo de Floresta
Estudos em florestas estacionais										
Lima et al. (2010)	78p	CAP $\geq$ 15	33	20	2,93	0,84	963,0	-	Corumbá/Brasil	FDSub
Lima et al. (2010)	80p	CAP $\geq$ 15	34	18	2,91	0,82	916,0	-	Corumbá/Brasil	FDTB
Salis et al. (2004)	20p	CAP $\geq$ 9	32	21	-	-	1020,0	-	Corumbá/Brasil	FEDAI
Salis et al. (2004)	20p	CAP $\geq$ 9	24	12	-	-	1350,0	-	Corumbá/Brasil	FEDSub
Salis et al. (2004)	50p	CAP $\geq$ 9	47	22	-	-	3240,0	-	Corumbá/Brasil	FEDTB
Salis et al. (2004)	20p	CAP $\geq$ 9	25	17	-	-	2960,0	-	Corumbá/Brasil	FEDTB
Uslar et al. (2003)	25p	CAP $\geq$ 31	28	18	-	-	-	1	Santa Cruz/Bolivia	BSS
Ivanauskas & Rodrigues (2000)	43 pa	CAP $\geq$ 15	54	25	3,00	0,7	2176,4	0,4	Piracicaba/Brasil	FED

Tabela 3. Parâmetros estruturais do remanescente de Chaco Florestado Piúva A, Fazenda Santa Vergínia, Porto Murtinho, MS, Brasil, ordenados segundo o Valor de Importância.

Espécies	Nº de Indivíduos	Densidade Relativa (%)	Frequência Relativa (%)	Dominância Relativa (%)	Valor de Importância (%)
<i>Phyllostylon rhamnoides</i>	19	11,88	11,85	7,16	30,89
<i>Sebastiania discolor</i>	19	11,88	8,89	2,97	23,73
<i>Anadenanthera colubrina</i>	10	6,25	5,19	11,41	22,84
<i>Capparis retusa</i>	14	8,75	6,67	3,84	19,26
<i>Diplokeleba floribunda</i>	8	5,00	4,44	9,25	18,70
<i>Coccoloba guaranítica</i>	10	6,25	7,41	4,14	17,80
<i>Ceiba speciosa</i>	1	0,63	0,74	15,17	16,54
<i>Adelia membranifolia</i>	10	6,25	7,41	1,31	14,97
<i>Geoffroea spinosa</i>	5	3,13	3,70	7,89	14,72
<i>Machaonia brasiliensis</i>	8	5,00	5,19	1,72	11,91
<i>Sideroxylon obtusifolium</i>	4	2,50	2,96	5,05	10,52
Myrtaceae	7	4,38	4,44	1,68	10,50
<i>Parapiptadenia rigida</i>	6	3,75	3,70	1,83	9,29
<i>Aspidosperma quebracho-blanco</i>	1	0,63	0,74	6,33	7,69
<i>Lonchocarpus nudiflorens</i>	5	3,13	2,96	1,48	7,57
cf. <i>Aspidosperma</i> sp.	4	2,50	2,96	2,10	7,57
<i>Melicocus lepidopetalus</i>	2	1,25	1,48	4,04	6,77
cf. <i>Cordia</i> sp.	4	2,50	2,22	1,12	5,84
<i>Aspidosperma piryfolium</i>	3	1,88	2,22	1,64	5,74
<i>Ruprechtia exploratricis</i>	2	1,25	1,48	2,42	5,15
<i>Ziziphus oblongifolius</i>	2	1,25	1,48	1,43	4,16
<i>Capparis speciosa</i>	2	1,25	1,48	1,22	3,95
<i>Tabebuia nodosa</i>	1	0,63	0,74	1,99	3,36
Nyctaginaceae 1	2	1,25	1,48	0,52	3,25
<i>Brosimum gaudichaudii</i>	2	1,25	1,48	0,45	3,18
<i>Chomelia obtusa</i>	2	1,25	1,48	0,23	2,96

continua...

...continuação

Espécies	Nº de	Densidade	Frequência	Dominância	Valor de
	Indivíduos	Relativa (%)	Relativa (%)	Relativa (%)	Importância (%)
<i>Machaerium eriocarpum</i>	1	0,63	0,74	0,71	2,08
Nyctaginaceae 3	1	0,63	0,74	0,25	1,62
<i>Ruprechtia triflora</i>	1	0,63	0,74	0,22	1,59
<i>Sebastiania brasiliensis</i>	1	0,63	0,74	0,18	1,55
<i>Senegalia polyphylla</i>	1	0,63	0,74	0,12	1,48
Indeterminada 2	1	0,63	0,74	0,07	1,43
<i>Amburana cearensis</i>	1	0,63	0,74	0,06	1,42

Tabela 4. Parâmetros estruturais do remanescente de Chaco Florestado Piúva C, Fazenda Santa Vergínia, Porto Murtinho, MS, Brasil, ordenados segundo o Valor de Importância.

Espécies	Nº de	Densidade	Frequência	Dominância	Valor de
	Indivíduos	Relativa (%)	Relativa (%)	Relativa (%)	Importância (%)
<i>Phyllostylon rhamnoides</i>	17	10,63	9,79	5,34	25,75
<i>Ceiba speciosa</i>	1	0,63	0,70	20,57	21,89
<i>Coccoloba guaranitica</i>	12	7,50	6,99	7,23	21,73
<i>Ruprechtia exploratricis</i>	7	4,38	4,90	6,72	15,99
<i>Diplokeleba floribunda</i>	10	6,25	5,59	3,86	15,71
Myrtaceae	12	7,50	6,29	1,83	15,62
<i>Parapiptadenia rigida</i>	9	5,63	5,59	1,83	13,05
<i>Capparis retusa</i>	8	5,00	4,90	2,45	12,35
<i>Aspidosperma quebracho-blanco</i>	3	1,88	1,40	5,79	9,07
<i>Lonchocarpus nudiflorens</i>	3	1,88	2,10	4,62	8,59
cf. <i>Aspidosperma</i> sp.	5	3,13	3,50	1,75	8,37
<i>Schinopsis brasiliensis</i>	2	1,25	1,40	4,62	7,27
<i>Sideroxylon obtusifolium</i>	3	1,88	1,40	3,84	7,12
Indeterminada 2	5	3,13	2,80	0,46	6,38
<i>Tabebuia nodosa</i>	2	1,25	1,40	3,58	6,23
<i>Tabebuia</i> cf. <i>heptaphylla</i>	3	1,88	2,10	1,89	5,87
<i>Ruprechtia triflora</i>	3	1,88	2,10	1,39	5,36
<i>Machaonia brasiliensis</i>	4	2,50	2,10	0,55	5,15
<i>Ziziphus oblongifolius</i>	2	1,25	1,40	2,06	4,71
<i>Ceiba samauma</i>	1	0,63	0,70	3,29	4,61
<i>Amburana cearensis</i>	2	1,25	1,40	1,94	4,59
<i>Chomelia obtusa</i>	3	1,88	2,10	0,54	4,51
cf. <i>Cordia</i> sp.	3	1,88	2,10	0,32	4,29
<i>Castela</i> sp.	3	1,88	2,10	0,25	4,22
<i>Aspidosperma pyrifolium</i>	2	1,25	1,40	1,03	3,68
<i>Geoffroea spinosa</i>	2	1,25	0,70	1,63	3,57

continua...

...continuação

Espécies	Nº de	Densidade	Frequência	Dominância	Valor de
	Indivíduos	Relativa (%)	Relativa (%)	Relativa (%)	Importância (%)
Nyctaginaceae 1	2	1,25	1,40	0,75	3,40
<i>Triplaris gardneriana</i>	2	1,25	1,40	0,63	3,28
<i>Astronium urundeuva</i>	1	0,63	0,70	1,89	3,21
<i>Coccoloba</i> cf. <i>cujabensis</i>	2	1,25	1,40	0,55	3,20
<i>Senegalia polyphylla</i>	2	1,25	1,40	0,34	2,99
Nyctaginaceae 2	2	1,25	1,40	0,34	2,99
<i>Brosimum gaudichaudii</i>	2	1,25	1,40	0,29	2,94
<i>Melicocus lepidopetalus</i>	1	0,63	0,70	1,50	2,82
Indeterminada 1	2	1,25	1,40	0,16	2,81
<i>Zanthoxylum petiolare</i>	2	1,25	1,40	0,14	2,79
<i>Sebastiania discolor</i>	2	1,25	1,40	0,14	2,78
<i>Sebastiania brasiliensis</i>	2	1,25	1,40	0,13	2,78
<i>Acrocomia aculeata</i>	1	0,63	0,70	0,85	2,17
<i>Anadenanthera colubrina</i>	1	0,63	0,70	0,75	2,07
<i>Chloroleucon mangense</i>	1	0,63	0,70	0,51	1,83
<i>Pseudobombax marginatum</i>	1	0,63	0,70	0,44	1,76
<i>Acanthosyris falcata</i>	1	0,63	0,70	0,42	1,74
<i>Capparis speciosa</i>	1	0,63	0,70	0,23	1,56
<i>Adelia membranifolia</i>	1	0,63	0,70	0,17	1,49
<i>Capparis tweediana</i>	1	0,63	0,70	0,16	1,48
<i>Reichenbachia paraguayensis</i>	1	0,63	0,70	0,10	1,43
<i>Machaerium eriocarpum</i>	1	0,63	0,70	0,10	1,42
cf. <i>Eugenia</i> sp.	1	0,63	0,70	0,05	1,37

Tabela 5. Parâmetros estruturais do remanescente de Chaco Florestado Ximbuva 1, Fazenda Santa Vergínia, Porto Murtinho, MS, Brasil, ordenados segundo o Valor de Importância.

Espécies	Nº de Indivíduos	Densidade Relativa (%)	Frequência Relativa (%)	Dominância Relativa (%)	Valor de Importância (%)
<i>Coccoloba guaranitica</i>	18	11,25	8,51	11,68	31,44
<i>Anadenanthera colubrina</i>	15	9,38	7,8	10,29	27,47
<i>Phyllostylon rhamnoides</i>	13	8,13	8,51	10,51	27,15
<i>Parapiptadenia rigida</i>	12	7,50	6,38	3,84	17,72
<i>Diplokeleba floribunda</i>	6	3,75	4,26	8,88	16,89
cf. <i>Aspidosperma</i> sp.	10	6,25	6,38	3,98	16,61
<i>Lonchocarpus nudiflorens</i>	6	3,75	4,26	6,34	14,34
<i>Adelia membranifolia</i>	9	5,63	4,96	2,62	13,21
<i>Capparis retusa</i>	8	5,00	4,96	2,01	11,97
Myrtaceae	7	4,38	4,96	1,26	10,60
<i>Tabebuia</i> cf. <i>heptaphylla</i>	4	2,50	2,84	4,12	9,46
<i>Caesalpinia paraguariensis</i>	1	0,63	0,71	7,70	9,04
<i>Melicoccus lepidopetalus</i>	4	2,50	2,84	3,63	8,97
<i>Schinopsis brasiliensis</i>	2	1,25	1,42	4,52	7,19
Indeterminada 2	5	3,13	2,84	1,02	6,98
<i>Senegalia polyphylla</i>	4	2,50	2,84	1,29	6,62
<i>Geoffroea spinosa</i>	2	1,25	1,42	3,44	6,11
<i>Astronium urundeuva</i>	3	1,88	2,13	1,88	5,89
<i>Brosimum gaudichaudii</i>	3	1,88	2,13	1,10	5,10
<i>Aspidosperma quebracho-blanco</i>	2	1,25	1,42	2,12	4,79
<i>Machaonia brasiliensis</i>	3	1,88	2,13	0,58	4,58
<i>Chomelia obtusa</i>	3	1,88	2,13	0,43	4,43
<i>Cereus bicolor</i>	3	1,88	2,13	0,38	4,39
<i>Albizia inundata</i>	2	1,25	1,42	1,53	4,20
<i>Tabebuia nodosa</i>	2	1,25	1,42	1,46	4,13
<i>Aspidosperma pyrifolium</i>	2	1,25	1,42	0,87	3,54

continua...

...continuação

Espécies	Nº de	Densidade	Frequência	Dominância	Valor de
	Indivíduos	Relativa (%)	Relativa (%)	Relativa (%)	Importância (%)
Nyctaginaceae 2	2	1,25	1,42	0,79	3,46
<i>Capparis speciosa</i>	2	1,25	1,42	0,49	3,16
<i>Sebastiania discolor</i>	2	1,25	1,42	0,36	3,03
<i>Ceiba samauma</i>	1	0,63	0,71	0,35	1,68
<i>Castela</i> sp.	1	0,63	0,71	0,17	1,50
<i>Triplaris gardneriana</i>	1	0,63	0,71	0,14	1,48
<i>Sideroxylon obtusifolium</i>	1	0,63	0,71	0,13	1,46
cf. <i>Eugenia</i> sp.	1	0,63	0,71	0,08	1,42

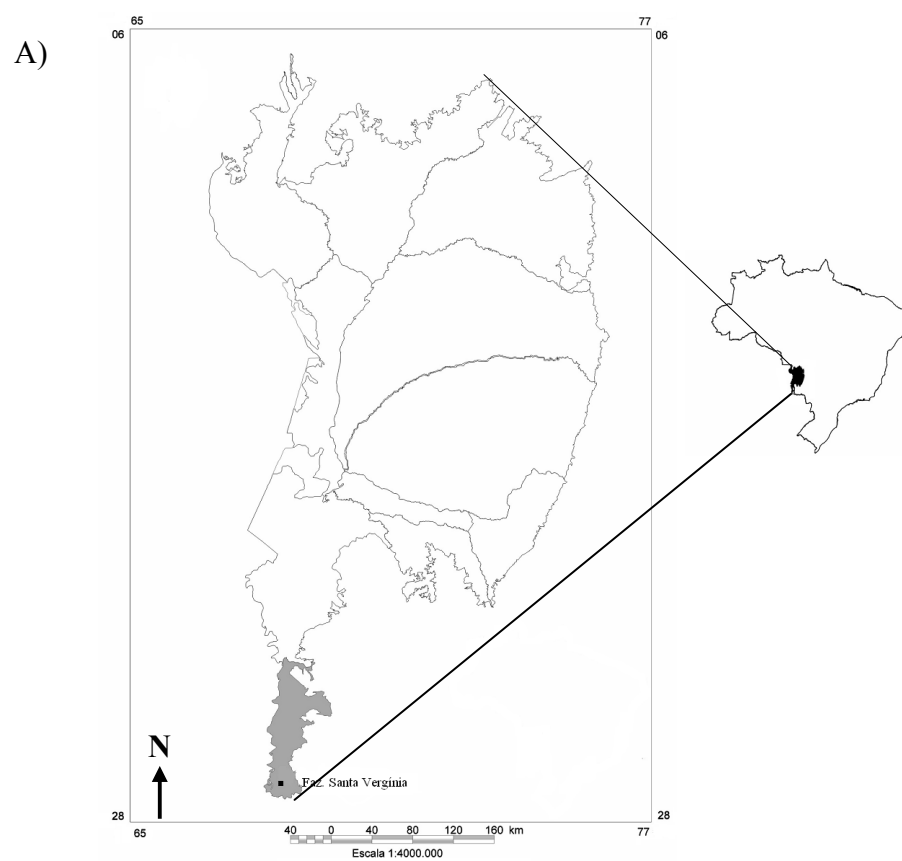
Tabela 6. Parâmetros físico-químicos dos solos, na profundidade de 0-20 cm, dos remanescentes Piúva A, Piúva C e Ximbuva I em Chaco Florestado na fazenda Santa Vergínia, Porto Murтинho, MS, Brasil. As siglas representam: P = fósforo; M.O. = matéria orgânica; Ca = cálcio; Mg = magnésio; H+Al = acidez potencial; Al = alumínio (acidez trocável); CTC = capacidade de troca catiônica; m% = percentual de saturação por alumínio; V% = percentual de saturação por bases; S= enxofre; B = boro; Cu = cobre; Fe = ferro; Mn = manganês e Zn = zinco.

Área	microrrelevô	P (mg/dm³)	M.O. (g/dm³)	pH (Ca Cl₂)	Ca	Mg	H + Al	Al	Soma de																
									Bases					CTC	m	V	S	B	Cu	Fe	Mn	Zn	Areia	Silte	Argila
									(cmol _c /dm³)																
Piúva A	tacuru	5,0	31,0	5,0	9,5	2,9	3,4	0,1	12,5	15,9	1,1	78,6	380,0	0,5	2,3	130,0	80,0	0,7	54,0	25,0	21,0				
	depressão	3,0	39,0	4,5	7,5	3,0	5,2	0,5	10,6	15,8	4,7	67,1	79,0	0,7	4,0	180,0	82,0	1,3	44,0	19,0	37,0				
	tacuru	9,0	36,0	4,7	4,6	1,9	4,7	0,2	6,6	11,3	3,2	58,6	86,0	1,3	2,5	160,0	79,0	0,9	64,0	11,0	25,0				
Piúva C	depressão	10,0	29,0	4,3	6,4	2,6	5,2	0,6	9,1	14,3	6,6	63,6	175,0	0,5	3,5	165,0	88,0	1,4	50,0	13,0	37,0				
	tacuru	5,0	37,0	4,7	7,4	2,2	4,5	0,2	9,8	14,3	1,8	68,5	170,0	0,7	1,9	115,0	91,0	0,6	43,0	22,0	35,0				
	Ximbuva I	depressão	3,0	35,0	4,4	6,7	3,2	6,1	0,6	10,1	16,2	6,0	62,3	79,0	0,9	2,9	180,0	95,0	1,0	31,0	26,0	43,0			

FIGURA 1.



FIGURA 2.



B)



C)



FIGURA 3.

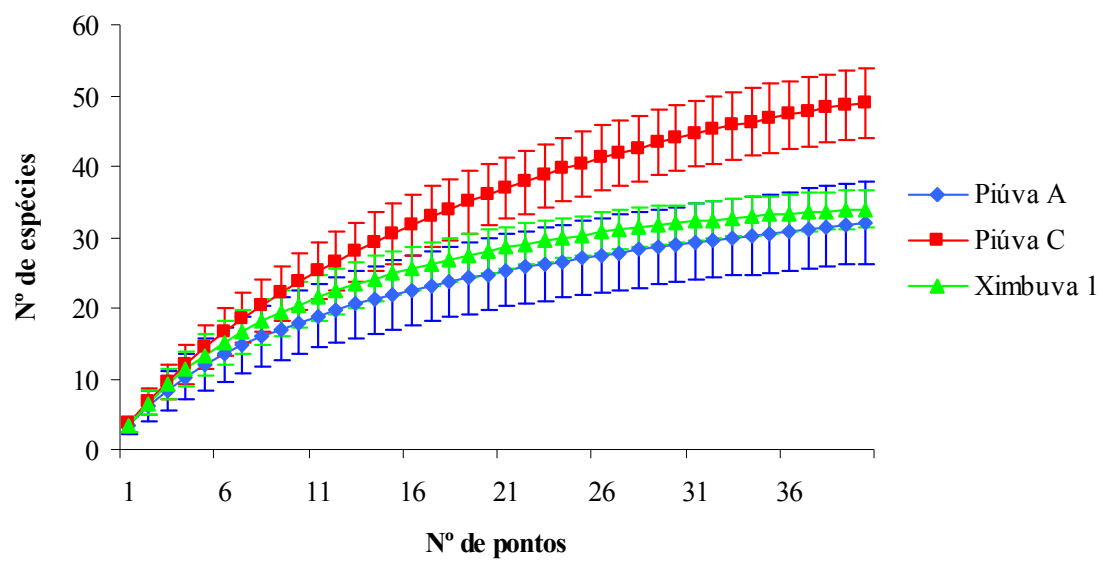
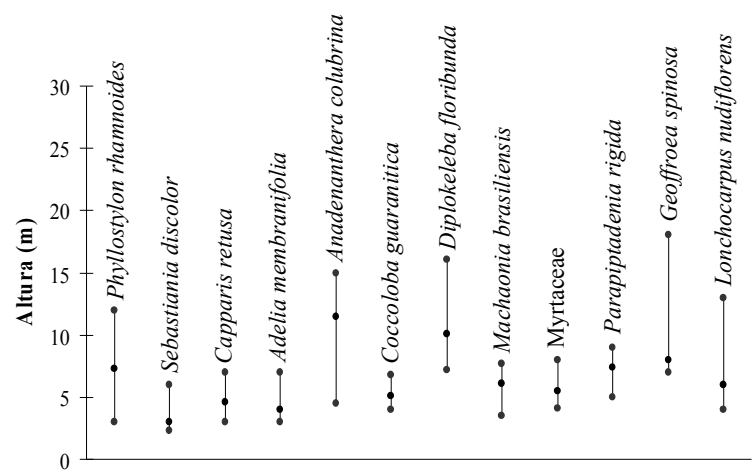
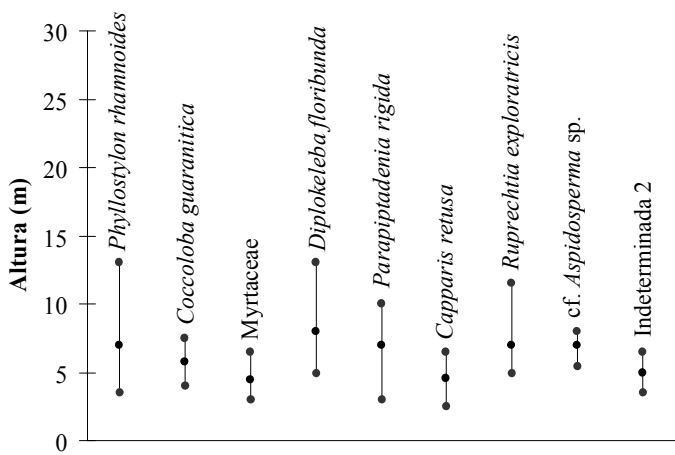


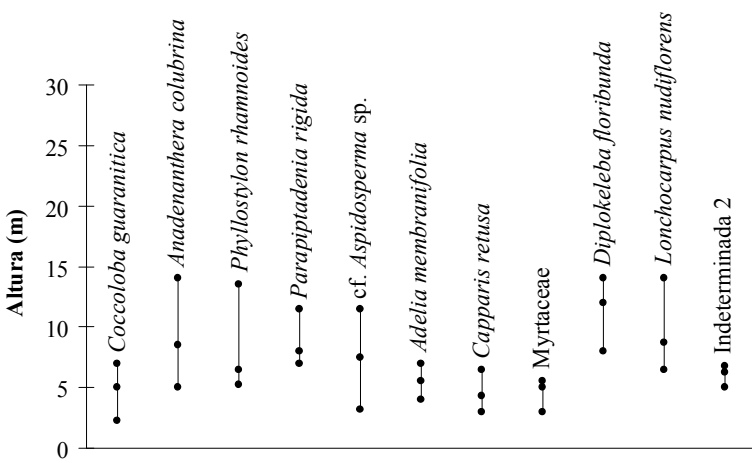
FIGURA 4.



Piúva A



Piúva C



Ximbuva 1

FIGURA 5.

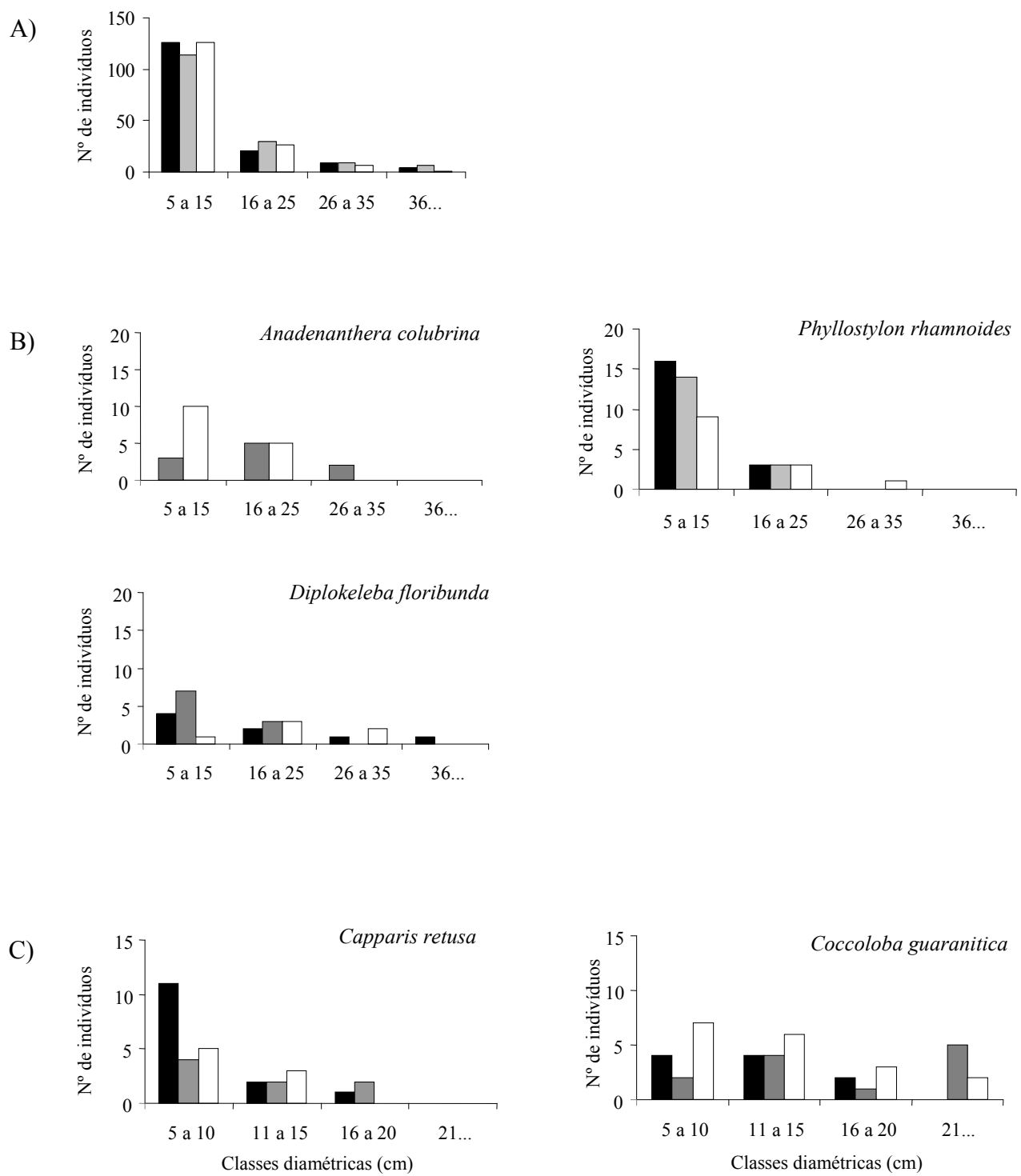


FIGURA 6.

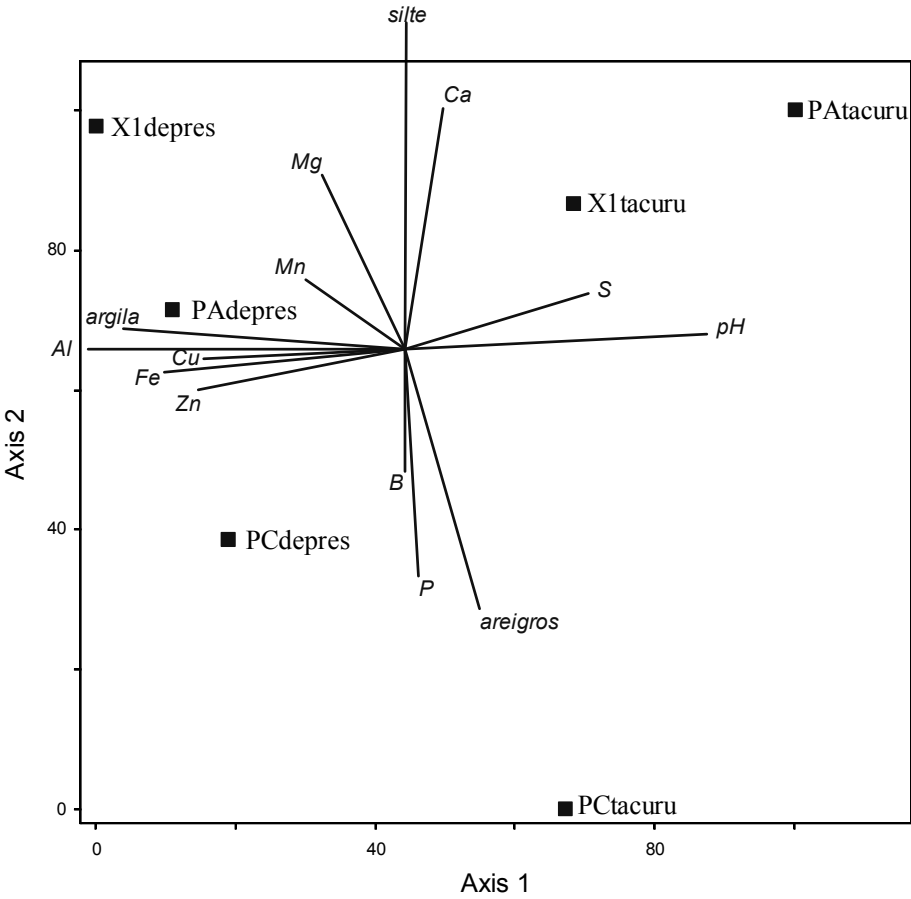


FIGURA 7.

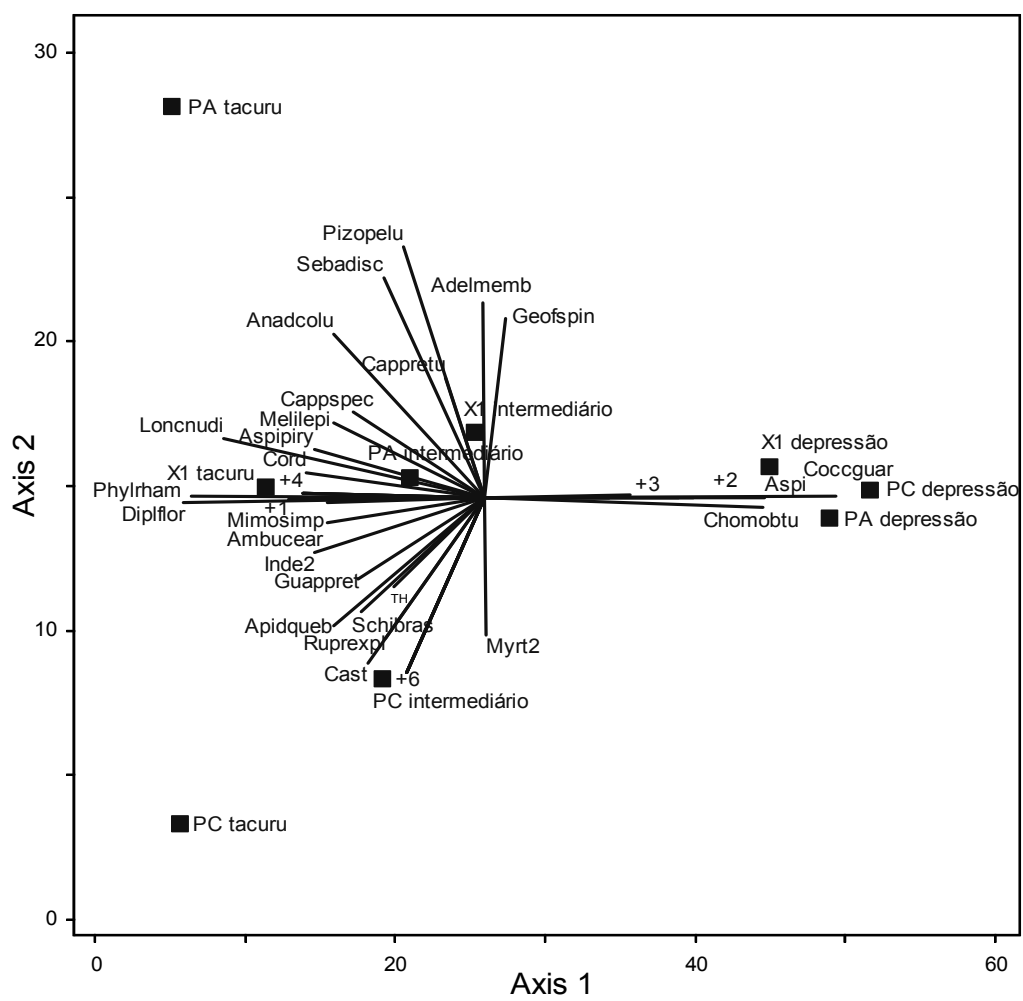


FIGURA 8.

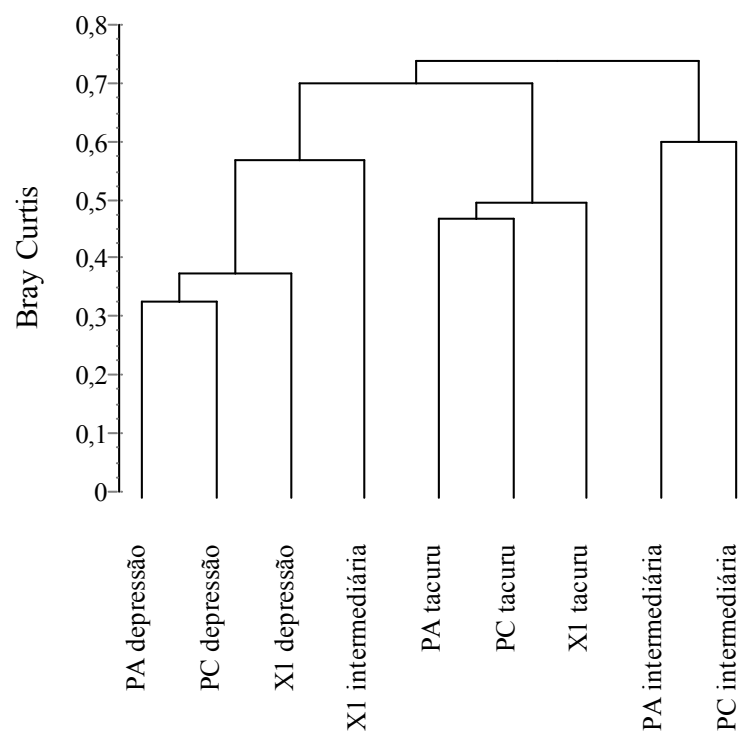


FIGURA 1. Mapa do bioma Chaco, com a representação de sua extensão nos quatro países que abrange, a saber Argentina, Paraguai, Bolívia e uma pequeníssima porção do Brasil.

FIGURA 2. A) Localização da fazenda Santa Vergínia (ponto preto) na sub-região de Porto Murtinho (cor cinza), Pantanal, Brasil; B) Localização dos remanescentes de Chaco Florestado Piúva A, Piúva C e Ximbuva 1 na fazenda Santa Vergínia (Fonte: Google Earth), com as linhas em amarelo indicando os transectos onde foram feitos os pontos de amostragem e C) Perfil da vegetação de Chaco Florestado do remanescente Piúva A (à esquerda) e canal (à direita) e depressão (embaixo) com água, na fazenda Santa Vergínia, Porto Murtinho, MS/Brasil.

FIGURA 3. Curva de rarefação dos três remanescentes (Piúva A, Piúva C e Ximbuva 1) de Chaco Florestado da fazenda Santa Vergínia, Porto Murtinho, MS, Brasil.

FIGURA 4. Distribuição de altura das espécies de maior densidade relativa nos remanescentes (Piúva A, Piúva C e Ximbuva 1) de Chaco Florestado, Porto Murtinho, MS/Brasil.

FIGURA 5. Distribuição de indivíduos por classes diamétricas para os remanescentes Piúva A (coluna cor preta), Piúva C (coluna cor cinza) e Ximbuva 1 (coluna cor branca) de Chaco Florestado da fazenda Santa Vergínia, Porto Murtinho, MS/Brasil, sendo: **A)** Distribuição do total de indivíduos; **B)** Distribuição dos indivíduos das espécies do dossel (*Anadenanthera colubrina*, *Phyllostylon rhamnoides* e *Diplokeleba floribunda*) com maior densidade relativa e **C)** Distribuição dos indivíduos das espécies do sub-bosque (*Capparis retusa* e *Coccoloba guaranitica*) com maior densidade relativa.

FIGURA 6. Ordenação pela Análise de Componentes Principais (PCA) dos três remanescentes de Chaco Florestado com seus respectivos microrrelevos (tacuru e depressão) em Porto Murtinho, MS, Brasil, baseada em 16 variáveis (macro e micronutrientes, pH e granulometria) do solo. Os símbolos representam: P = fósforo; Ca = Cálcio; Mg = Magnésio; Al = alumínio; S = enxofre; B = boro; Fe = ferro; Mn = manganês;

Zn = zinco. Primeiro eixo com 37,53% de variância e autovalor = 6,00; segundo eixo com 27,34% de variância e autovalor = 4,37.

FIGURA 7. Ordenação pela Análise de Correspondência Distendida (DCA) dos três remanescentes de Chaco Florestado (Piúva A, Piúva C e Ximbuva 1), fazenda Santa Vergínia, Porto Murtinho, MS/Brasil, com seus respectivos microrrelevos (tacurus e depressões/canais), baseada na distribuição das 53 espécies presentes nesses remanescentes. As siglas representam: PA = Piúva A; PC = Piúva C; X1 = Ximbuva 1; tacuru = microrrelevo de formato convexo presente em seu respectivo remanescente; depressão = canal ou depressão presente em seu respectivo remanescente; intermediária = parte inclinada do tacuru, com maior associação à depressão; +6 = *C. tweediana*, *Z. petiolare*, Indeterminada 1, *R. paraguariensis*, *P. grandiflorum*, Mimosoideae 2; +4 = *C. pubiflora*, *Z. oblongifolius*, *M. eriocarpum* e Nyctaginaceae 1; +3 = *A. aculeata*, *T. nodosa*, *A. falcata*; +2 = *M. brasiliensis*, *T. gardneriana*; +1 = *S. obtusifolium*; TH = *T. heptaphylla*. Quanto ao nome das espécies, as quatro primeiras letras indicam o gênero e as quatro últimas o seu respectivo epíteto, o nome completo das espécies está listado na tabela 1.

FIGURA 8. Análise de agrupamento (UPGMA) dos três remanescentes Chaco Florestado, baseado na distância de Bray Curtis, segundo a composição florística das áreas entre os remanescentes. As siglas representam: PA tacuru = tacuru de Piúva A; PC tacuru = tacuru de Piúva C; X1 tacuru = tacuru de Ximbuva 1; PA depressão = depressão/canal de Piúva A; PC depressão = depressão/canal de Piúva C; X1 depressão = depressão/canal de Ximbuva 1, PA intermediária = parte inclinada do tacuru, com maior associação à depressão em Piúva A; PC intermediária = parte inclinada do tacuru, com maior associação à depressão em Piúva C e X1 intermediária = parte inclinada do tacuru, com maior associação à depressão em Ximbuva 1.

Estimativas da biomassa aérea e carbono em Chaco Florestado no Brasil

Daly Roxana Castro Padilha^{a,*}, Suzana Maria Salis^b, Geraldo Alves Damasceno-Júnior^c

^a Pós-graduanda do Programa em Biologia Vegetal, Universidade Federal de Mato Grosso do Sul, Caixa Postal 549, 79070-900, Campo Grande, MS

^b Embrapa Pantanal, Caixa Postal 109, 79320-900, Corumbá, MS

^c Universidade Federal de Mato Grosso do Sul, Caixa Postal 549, 79070-900, Campo Grande, MS

Resumo

O aumento da concentração de dióxido de carbono atmosférico e seus efeitos sobre as mudanças climáticas têm renovado o interesse no estudo do carbono. No Brasil, estudos sobre biomassa e carbono em florestas de clima sazonal (precipitação anual inferior a 1300 mm), como as de Chaco, são escassos. O presente estudo objetivou estimar a quantidade de biomassa e carbono presentes no estrato arbóreo de três áreas de Chaco Florestado no Pantanal brasileiro. Foram abatidas no total 42 árvores, 34 delas pertencentes à *Anadenanthera colubrina*, *Coccoloba guaranitica*, *Diplokeleba floribunda* e *Phyllostylon rhamnoides*, selecionadas segundo sua maior densidade relativa e área basal nas áreas, e outras 8 árvores de diferentes espécies e menos frequentes, representando o restante das comunidades. No campo foram pesados os seus troncos, galhos e folhas frescos, e em laboratório, suas subamostras secas. A partir do peso seco das árvores foram selecionadas as equações de regressão de maior acuracidade para a estimativa da biomassa da vegetação e a partir dos dados desta foi estimado o estoque de carbono. A maioria das equações apresentadas teve coeficiente de determinação (r^2) acima de 0,9. A biomassa do estrato arbóreo foi estimada em torno de 105-170 Mg ha⁻¹ e o carbono 50-85 Mg ha⁻¹, sendo as árvores de grande porte

* Autora para correspondência: Tel.: +55 67 99896579

E-mail address: padilha.drc@gmail.com (D.R.C. Padilha)

as maiores contribuintes para a biomassa. As equações de regressão apresentaram bons r^2 . Estas estimativas indicam estoques de biomassa e carbono superiores ao estimado para outras florestas chaquenhãs, como as da Argentina, por exemplo. Com base nas estimativas feitas neste estudo também se pode estimar, de forma conservadora, que o Chaco Florestado de Porto Murtinho pode acumular entre 37,7 e 62,1 mil toneladas de carbono.

Palavras-chave: florestas secas, mudanças climáticas, Savana Estépica, dióxido de carbono.

Estimates of aboveground biomass and carbon in the Chaco Forest in Brazil

Abstract

The increasing concentration of atmospheric carbon dioxide and its effects on climate change have renewed interest in the study of carbon. In Brazil are scarce the studies on forest biomass and carbon in seasonal climate (annual rainfall below 1300 mm), such as Chaco. This study aimed to estimate the biomass and carbon content in the trees Chaco Forest areas in the Brazilian Pantanal. We cut in total 42 trees, 34 of which belong to *Anadenanthera colubrina*, *Coccoloba guaranitica*, *Diplokeleba floribunda* and *Phyllostylon rhamnoides*, selected according to their greater relative density and basal area obtained from a previous phytosociological survey in these areas, and we cut others eight trees of different species less frequently, accounting for the remainder of communities. It was determinate in the field their fresh trunks, branches and leaves were weighted and dry sub-samples in laboratory. From the dry weight of the trees, the higher accuracy regression equations between biomass and diameter were obtained and used to estimate vegetation biomass. From these data we estimated the carbon stock. Most equations has a coefficient of determination (r^2) above 0.9. The biomass of the tree canopy was estimated around 105-170 Mg ha⁻¹ and the carbon 50-85 Mg ha⁻¹, the big trees being the greatest contributors to the biomass. The regression equations showed

good r^2 . These estimates indicate stocks of biomass and carbon superiors to the estimated to other Chaco Forests, such as for example in Argentina. Based on estimates made in this study can also estimate, conservatively, that the Chaco Forest of Puerto Murtinho can accumulate between 37.7 and 62.1 tons of carbon.

Keywords: dry forests, climate change, Stepic Savanna, carbon dioxide.

1. Introdução

O aumento da concentração de dióxido de carbono (CO₂) atmosférico e seus potenciais efeitos sobre as mudanças climáticas têm renovado o interesse sobre o estudo do ciclo global do carbono (Brown & Lugo, 1984). Observa-se que o desmatamento nos trópicos pode contribuir significativamente para este aumento (Detwiler & Hall, 1988). Neste contexto, as florestas tropicais podem desempenhar um papel fundamental na manutenção de estoques de carbono, uma vez que armazenam grande quantidade dele em sua biomassa viva acima do solo (Malhi et al. 1999). Estima-se que as mudanças no uso da terra, especialmente devido ao desflorestamento, são a segunda principal causa do aumento de CO₂ na atmosfera (Denman et al., 2007).

O Pantanal, uma grande planície inundável, vem sendo ocupado por mais de 200 anos para criação extensiva de gado bovino. As áreas de campo nativo são as mais utilizadas e manejadas por esta atividade, no entanto, nos últimos 20 anos, as áreas florestadas vêm sendo desmatadas para a introdução de pasto cultivado. Segundo Padovani et al. (2004), até o ano de 2000 cerca de 12.182 km² de área do Pantanal brasileiro já foi desmatada, o que corresponde a 8,8% da área total do Pantanal. Considerando o percentual de área desmatada em relação à área de cada sub-região do Pantanal, Porto Murtinho se destaca com 31% de área já desmatada. No município de Porto Murtinho, a área mais atingida pelo desmatamento para a implantação de pastagem foi o Chaco Florestado (Silva et al., 1998).

Estudos sobre estimativa de biomassa e/ou estoque de carbono no Brasil têm aumentado, porém, a maioria deles concentra-se nas florestas úmidas da Amazônia (por exemplo, Cummings et al., 2002; Nascimento & Laurence, 2002, 2004; Vieira et al., 2004; Higuchi et al., 2004). Para regiões com vegetação florestal e clima mais seco, com precipitação inferior a 1500 mm (Cadavie Garcia, 1984), como o Pantanal, os trabalhos são mais escassos. Haase & Haase (1995) desenvolveram equações de regressão para cinco espécies muito frequentes no Pantanal de Poconé (MT) e Salis et al., (2006), para espécies de cerradão no Pantanal da Nhecolândia (MS), Fernandes et al. (2008) estimaram a biomassa e carbono presente em área de cerradão e cerrado, e Schöngart et al. (2008) o estoque de carbono em vegetação monodominante de *Vochysia divergens* Pohl no

Pantanal de Mato Grosso. Em florestas brasileiras ainda mais secas como as do Chaco, com precipitação média anual até 1300 mm (Ramella & Spichiger, 1989), estudos deste gênero são inexistentes. Assim o presente trabalho teve por objetivo estimar a quantidade de biomassa e carbono estocado no estrato arbóreo em florestas de Chaco na sub-região de Porto Murtinho, Mato Grosso do Sul, Brasil.

2. Materiais e Métodos

2.1. Área de estudo

As áreas de Chaco Florestado estudadas localizam-se na fazenda Santa Vergínia, no Pantanal de Porto Murtinho, Mato Grosso do Sul (Figura 1), e são denominados de “Piúva A” (22°0,3'43,30"S; 57°50'46,80"W), “Piúva C” (22°03'38,09"S; 57°50'11,17"W) e “Ximbuva 1” (22°03'35,14"S; 57°51'43,54"W), como visto no capítulo 1 (ver também Figura 1).

O Chaco Florestado ou Savana Estépica Florestada é uma fisionomia do Chaco caracterizado por micro e/ou nanofanerófitos, com uma altura média de 5 m, mais ou menos densos, com troncos grossos e bastante ramificados, em geral providos de espinhos e/ou acúleos, com total deciduidade na época desfavorável (IBGE, 1992).

O clima da região é quente e seco, com chuvas sazonais, às vezes concentradas em períodos curtos de três a quatro meses e secas prolongadas (Brasil, 1982), com uma precipitação anual média de 1002 mm, chuvas concentradas entre os meses de novembro a março e seca durante o resto do ano. O solo da sub-região de Porto Murtinho é do tipo planossolo, segundo a nova classificação pedológica (Fernandes et al., 2007).

2.2. Coleta de dados

Foi realizado previamente um levantamento fitossociológico nas três áreas (ver capítulo 1). Segundo a densidade relativa e área basal foram então selecionadas as principais espécies, as que

mais contribuem para a biomassa, a serem usadas na formulação de equações de regressão para a estimativa da biomassa da vegetação, conforme recomendações de Anderson e Ingram (1993).

Seguindo as orientações de Anderson & Ingram (1993) foi feita uma coleta destrutiva, em que foram cortadas e pesadas 8 árvores representantes das 4 principais espécies, segundo a densidade relativa e área basal, sendo previamente pedido autorização ao Ibama e ao proprietário da fazenda Santa Vergínia para a realização desta coleta. Para o corte destas árvores foi analisada previamente a estratificação nos diferentes diâmetros para se contemplar a maioria dos tamanhos observados no levantamento prévio. Além disso, para estimar a biomassa para o restante da comunidade lenhosa das áreas foram amostradas 8 árvores de diferentes espécies, representando as que menos contribuem na biomassa, desenvolvendo-se então uma “equação mista” para estas. Neste grupo de 8 árvores de espécies diferentes optou-se pela coleta de árvores que estivessem longe de outras árvores, para evitar a derrubada desnecessária dessas ou pela coleta de árvores que necessariamente seriam atingidas ao derrubar as espécies selecionadas. No campo, foram anotados os diâmetros à altura do solo (DAS) e do peito (DAP), e após a derrubada do indivíduo, foi anotada a altura do fuste e altura total da planta. Em seguida, foram separados e pesados, em dinamômetros, os troncos, galhos e folhas das árvores cortadas e subamostras destes foram coletados e secos em estufa de ar forçado à 40° C os troncos e à 60°C os galhos e folhas, sendo posteriormente pesados, para estimativa do seu peso seco (Figura 2).

2.3. *Análise de dados*

A partir das variáveis obtidas em campo (diâmetro e altura) foram, então, feitas análises de regressão individuais para as espécies coletadas. O restante da comunidade lenhosa foi analisado numa única categoria (ou equação). Um dos métodos comumente empregados na estimativa de biomassa é a formulação de equações de regressão usando variáveis de fácil medição, (ex.: diâmetro e altura), após uma prévia amostragem destrutiva (Hay et al., 1982). Uma vantagem desta metodologia seria que após esta amostragem destrutiva, as subseqüentes não o serão, que poupa

tempo e energia (Hay et al., 1982), enquanto a determinação da biomassa por pesagem completa é trabalhosa, destrutiva e consome muito tempo, especialmente em árvores (Benitez et al., 2001).

As análises de regressão foram realizadas pelo programa Systat (Wilkinson, 1998). As medidas obtidas (diâmetro, altura, peso do tronco, dos galhos e das folhas) foram utilizadas para determinar as constantes **a** e **b** da equação. Foram testadas diferentes equações, verificando os melhores coeficientes de determinação ($r^2 > 0,8$), os melhores ajustes e o menor resíduo (Schacht et al., 1988).

A partir das equações de regressão selecionadas estimou-se a biomassa aérea das espécies coletadas e com a equação geral ou mista estimou-se a biomassa das demais espécies que compunham cada área. A partir dos dados de biomassa foi estimada a quantidade de carbono presente na vegetação, considerando que cerca de 50% da matéria orgânica vegetal é carbono (Pinto et al., 2010).

3. Resultados e Discussão

3.1. Principais espécies

Pelo levantamento fitossociológico Piúva A, Piúva C e Ximbuva 1 apresentaram 33, 49 e 34 espécies, respectivamente. A densidade total ficou em torno de 1225 ± 157 indivíduos ha^{-1} e a área basal de $24,7 \pm 4,7$ $\text{m}^2 \text{ha}^{-1}$. O dossel apresentou altura mediana em torno de 7-9 m e o sub-bosque de 5-6 m (ver capítulo 1). As espécies de maior distribuição nas áreas, assim como as de maior contribuição para a área basal foram *Diplokeleba floribunda*, *Coccoloba guaranitica*, *Phyllostylon rhamnoides* e *Anadenanthera colubrina* (ver capítulo 1), portanto, foram as utilizadas na formulação das equações de regressão para a estimativa de biomassa da vegetação. Além destas espécies, foram outras coletadas 8 árvores de diferentes espécies (*Adelia membranifolia*, *Aspidosperma pyrifolium*, *Capparis retusa*, cf. *Cordia* sp., *Melicoccus lepidopetalus*, *Ruprechtia exploratricis*, *Tabebuia* cf. *heptaphylla* e *Ziziphus oblongifolius*), representando o restante de cada comunidade, que agrupadas foram utilizadas numa regressão para calcular uma “equação mista ou geral”.

3.2. Regressões

A maioria das equações de regressão apresentou um coeficiente de determinação (r^2) superior a 0,9 (tabela 1), exceto para as folhas de *Diplokeleba floribunda* (tabela 1). O diâmetro mostrou-se uma variável de forte correlação com a biomassa (figura 1), assim optou-se pelo diâmetro à altura do peito (DAP) como variável preditora da biomassa, por ser uma variável comumente usada em levantamentos fitossociológicos. Regressões para estimativas da biomassa aérea de plantas da Caatinga apresentaram r^2 variando entre 0,60 e 0,82, sendo o DAP a melhor variável explicativa da biomassa e a equação $Y = a \cdot \text{DAP}^b$ a mais ajustada aos dados, enquanto que altura do caule, área de projeção da copa, volume, etc., não obtiveram significância ou o r^2 era inferior às demais equações (Silva & Sampaio, 2008). A forte correlação entre diâmetro e biomassa mostra a facilidade na obtenção de boas equações para a estimativa de biomassa aérea de espécies chaquenhãs apenas com o uso de DAP, poupando-se assim tempo e esforço na obtenção de outras variáveis, como altura total e projeção da copa. Os r^2 obtidos para os três remanescentes de Chaco Florestado também são superiores aos obtidos ($r^2 = 0,54-0,67$) para as florestas tropicais secas (Anderson & Ingram, 1993).

3.3. Biomassa

A biomassa aérea estimada variou de 105 a 170 Mg ha⁻¹ (ou toneladas/hectare) nas três áreas (Tabela 2), cabe ressaltar que o valor de 170 Mg ha⁻¹ pode estar superestimado, pois no remanescente Piúva C aplicou-se a equação “mista” em árvores com diâmetros maiores (entre 26 e 49 cm na maioria, com duas exceções de 75 e 105 cm) do que aqueles que foram utilizados na regressão (5 a 28 cm), conforme visto na Tabela 1.

As principais espécies contribuíram com cerca de 13 a 42% da biomassa aérea total. Piúva C recebeu uma contribuição menor destas espécies, provavelmente devido a uma melhor distribuição dos indivíduos entre as espécies, reflexo da alta diversidade de Shannon (3,5), apresentando algumas espécies de grande porte, como *Ruprechtia exploratricis*, *Aspidosperma quebracho-blanco*

e *Lonchocarpus nudiflorens*. Individualmente, *A. colubrina* foi a que mais contribuiu na biomassa das áreas, exceto em Piúva C, onde ela foi praticamente ausente. Em seguida, *Diplokeleba floribunda* contribuindo com cerca de 10%, porém bem menos em Piuva C (tabela 2).

A biomassa estimada está próxima à estimada por Gasparri & Manghi (2004) em floresta chaquenha na Argentina ($98,8 \text{ Mg ha}^{-1}$) e em floresta decídua (102 Mg ha^{-1}) em SC/Brasil por Brun et al. (2005). Estimativas inferiores (51 e 78 Mg ha^{-1}) foram dadas por Bonino (2006) e Gasparri et al. (2008) também em floresta chaquenha na Argentina. Outras florestas tropicais secas, como as estudadas por Jamarillo et al. (2003) no México apresentaram biomassa inferior ($64,3 \text{ Mg ha}^{-1}$). No Pantanal também foi estimado um valor similar (98 Mg ha^{-1}) para um cerradão por Fernandes et al. (2008). Uma quantidade bem maior (entre 210 e 325 Mg ha^{-1}) de biomassa está presente em florestas densas da Amazônia (Cummings et al., 2002; Nascimento & Laurance, 2002 e Vogel et al., 2006), em florestas dos Yungas ($205,6 \text{ Mg ha}^{-1}$) na Argentina (Gasparri et al., 2008) e em florestas de Mata Atlântica, variando entre 167 e 264 Mg ha^{-1} (Gasparri et al., 2008; Cunha et al., 2009). Cabe a ressalva que o critério de inclusão das árvores, a escolha dos componentes da vegetação a ser estimada à biomassa e o tipo de estimativas usadas variou entre os trabalhos, o que dificulta uma comparação com essas estimativas.

Na distribuição da biomassa por classes diamétricas, árvores com diâmetro superior a 25 cm acumularam entre 22 e 39 Mg ha^{-1} de biomassa (20 a 35% do total) e corresponderam a 5 a 10% do número total de indivíduos (tabela 3). Outros estudos também observaram uma maior quantidade de biomassa presente nas classes de maior diâmetro (por exemplo, Nascimento & Laurance, 2002; Silva & Sampaio, 2008), o que evidencia a importância de árvores de grande porte para um grande estoque da biomassa e conseqüentemente do carbono na vegetação.

3.4. Estoque de carbono do Chaco Florestado brasileiro

Considerando que 50% da biomassa vegetal corresponde a carbono (Pinto et al., 2010), o estoque deste foi estimado em torno de 50 e 85 Mg ha^{-1} (Tabela 2) nas três áreas, similar ao encontrado em outra floresta chaquenha (Gasparri & Manghi, 2004) ou até superior ao estimado em

mesma fisionomia (Gasparri & Manghi, 2004; Bonino, 2006; Gasparri et al., 2008), bem como de outras florestas secas (por exemplo, Brun et al., 2005; Fernandes et al., 2008).

Para Bonino (2006) o desflorestamento no Chaco tem emitido muito do carbono estocado em sua vegetação em razão das mudanças no uso da terra. Segundo dados de Gasparri et al. (2008), entre os anos de 1996 a 2005, das 210 mil toneladas de carbono anuais emitidas por desflorestamento de florestas nativas (Chaco, Mata Atlântica, Yungas) na Argentina, as florestas chaquenhas contribuíram com cerca de 75%.

A área de Chaco presente em território brasileiro foi estimada, até o ano de 2002, em 12144,9 km² (Silva et al., 2007). Desta área original, 3,6 km² correspondem ao Chaco Florestado, entremeado com um pouco de Chaco arborizado. Com base nas estimativas feitas neste estudo pode-se estimar, de forma conservadora, que o Chaco Florestado de Porto Murtinho pode acumular entre 37,7 e 62,1 mil toneladas de carbono.

4. Conclusão

As estimativas feitas mostram que as florestas chaquenhas de Porto Murtinho/MS podem estocar de 105 a 170 Mg ha⁻¹ de biomassa e 50 a 85 Mg ha⁻¹ de carbono, valores similares e até superiores ao que tem sido encontrado em outras florestas chaquenhas, como as da Argentina, por exemplo.

O estoque de carbono estimado para as áreas de Chaco Florestado demonstram que o desmatamento praticado no Pantanal contribui para o aumento da emissão de carbono. A conservação desses remanescentes contribui não somente para a mitigação das mudanças climáticas, mas também à manutenção da biodiversidade desta fisionomia florestal que possui presença restrita no Brasil.

5. Referências

- Anderson, J.M., Ingram, J.S.I. (eds.), 1993. Tropical soil biology and fertility: a handbook of methods. Second Edition. CAB Internacional, Oxon. 221pp.
- Benitez, C.G., Pece, M.J., Galíndez, M.J., Maldonado, A., Acosta, V.H., Gómez, A., 2002. Biomasa aérea de ejemplares de Quebracho-blanco (*Aspidosperma Quebracho-Blanco*) en dos localidades del Parque Chaqueño Seco. Quebracho 9, 115-127.
- Bonino, E., 2006. Changes in carbon pools associated with a land-use gradient in the Dry Chaco, Argentina. For. Ecol. Manage. 223, 183-189.
- BRASIL. 1982. Projeto Radambrasil. Folha SF. 21 Campo Grande: geologia, geomorfologia, pedologia, vegetação e uso potencial da terra. Levantamento de Recursos Naturais, Ministério das Minas e Energia. Rio de Janeiro.
- Brown, S., Lugo, A.E., 1984. Biomass of tropical forest: a new estimate based on forest volumes. Science, 223, 1290-1293.
- Brun, E.J., Schumacher, M.V., Corrêa, R.S., Brun, F.G.K., Vaccaro, S., 2005. Variação sucessional no acúmulo de biomassa em floresta estacional decidual, Santa Teresa-RS. Biomassa & Energia 2, 47-56.
- Cadavid Garcia, E.A., 1984. O clima no Pantanal Mato-grossense. Circular Técnica 14, Embrapa Pantanal, Corumbá. pp.42.
- Cunha, G.M., Gama-Rodrigues, A.C., Gama-Rodrigues, E.F., Velloso, A.C.X., 2009. Biomassa e estoque de carbono e nutrientes em florestas montanas da Mata Atlântica na região norte do Estado do Rio de Janeiro. R. Bras. Ci. Solo, 33, 1175-1185.
- Cummings, D.L., Kauffman, J.B., Perry, D.A., Hughes, R.F., 2002. Above-ground biomass and structure of rainforests in the southwestern Brazilian Amazon. For. Ecol. Manage. 163, 293-307.
- Denman, K.L., Brasseur, G., Chidthaisong, A., Ciais, P., Cox, P.M., Dickinson, R.E., Hauglustaine, D., Heinze, C., Holland, E., Jacob, D., Lohmann, U., Ramachandran, S., Silva Dias, P.L., Wofsy, S.C., Zhang, X., 2007. Couplings Between Changes in the Climate System and

- Biogeochemistry, in: Solomon, S., Qin, D., Manning, M., Chen, Z., Marquis, M., Averyt, K.B., Tignor, M. & Miller, H.L. (Eds.), *Climate change 2007: the physical science basis. Contribution of working group I to the fourth assessment report of the intergovernmental panel on climate change*. Cambridge University Press, Cambridge, United Kingdom and New York, pp.499-587.
- Detwiler, R.P., Hall, C.A.S., 1988. Tropical Forest and the global carbon cycle. *Science* 239, 42-47.
- Fernandes, F. A.; Fernandes, A. H. B. M.; Soares, M. T. S; Pellegrin, L. A.; Lima, I. B. T., 2007. Atualização do mapa de solos da planície pantaneira para o Sistema Brasileiro de Classificação de Solos. Comunicado Técnico, 61. Embrapa Pantanal, Corumbá. 6pp.
- Fernandes, A. H. B. M.; Salis, S. M.; Fernandes, F. A.; Crispim, S. M. A., 2008. Estoques de Carbono do Estrato Arbóreo de Cerrados no Pantanal da Nhecolândia. Circular Técnica, 68. Embrapa Pantanal, Corumbá. 5 pp.
- Gasparri, I., Manghi, E., 2004. Estimación de volumen, biomasa y contenido de carbono de las regiones forestales argentinas: Informe final. Dirección de bosques secretaría de ambiente y desarrollo sustentable, Argentina.
- Gasparri, I., Grau, H.R., Manghi, E., 2008. Carbon Pools and Emissions from Deforestation in Extra-Tropical Forests of Northern Argentina Between 1900 and 2005. *Ecosystems* 11, 1247-1261.
- Haase, R., Haase, P., 1995. Above-ground biomass estimates for invasive trees and shrubs in the Pantanal of Mato Grosso, Brazil. *For. Ecol. Manage.* 73, 29-35.
- 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. *Rev. Brasil. Bot.* 5, 33-36.
- Higuchi, N., Chambers, J., Santos, J., Ribeiro, R.J., Pinto, A.C.M., Silva, R.P., Rocha, R.M., Tribuzy, E.S., 2004. Dinâmica e balanço do carbono da vegetação primária da Amazônia Central, *Floresta* 34, 295-304.
- Houghton, R.A., Skole, D.L., Nobre, C.A., Hackler, J. L., Lawrence, K.T., Chomentowski, W.H., 2000. Annual fluxes of carbon from deforestation and regrowth in the Brazilian Amazon. *Nature* 403, 301-304.

- IBGE. 1992. Manual técnico da vegetação brasileira. Fundação Instituto Brasileiro de Geografia e Estatística, Rio de Janeiro, 89pp.
- Jamarillo, V.J., Kauffman, J.B., Rentería-Rodríguez, L., Cummings, D.L., Ellingson, L.J., 2003. Biomass, Carbon, and Nitrogen Pools in Mexican Tropical Dry Forest Landscapes. *Ecosystems* 6, 609-629.
- Malhi, Y., Baldocchi, D.D., Jarvis, P.G., 1999. The carbon balance of tropical, temperate and boreal forests. *Plant, Cell and Environment* 22:715-740.
- Nascimento, H.E.M., Laurance, W.F., 2002. Total aboveground biomass in central Amazonian rainforests: a landscape-scale study. *For. Ecol. Manage.* 168, 311-321.
- Nascimento, H.E.M., Laurance, W.F., 2004. Biomass dynamics in Amazonian forest fragments. *Ecological Applications* 14, 127-138.
- Padovani, C.R., Cruz, M.L.L., Padovani, S.L.A.G., 2004. Desmatamento do Pantanal Brasileiro para o ano 2000. In: _____ (Coords.) *Anais do IV Simpósio sobre Recursos Naturais e Sócio-econômicos do Pantanal*, Embrapa Pantanal, Corumbá, Brasil.
- Strunk Jr., W., White, E.B., 1979. *The Elements of Style*, third ed. Macmillan, New York.
- Ramella, L., Spichiger, L., 1989. Interpretación preliminar del medio físico y de la vegetación del Chaco Boreal. *Contribución al estudio de la flora y de la vegetación del Chaco. I. Candollea* 44, 639-680.
- Salis, S.M., 2004. Distribuição das espécies arbóreas e estimativa da biomassa aérea em savanas florestadas, Pantanal da Nhecolândia, Estado do Mato Grosso do Sul. PhD Thesis, Universidade Estadual Paulista, Instituto de Biociências, Rio Claro, São Paulo State, Brazil, 63pp.
- Salis, S.M., Assis, M.A., Mattos, P.P., Pião, A.C.S., 2006. Estimating the aboveground biomass and wood volume of savanna woodland in Brazil's Pantanal wetlands based on allometric correlations. *For. Ecol. Manage.* 228, 61-68.
- Sampaio, E.V.S.B., Andrade-Lima, D., Gomes, M.A.F., 1981. O gradiente vegetacional das caatingas e áreas anexas. *Revista Brasileira de Botânica* 4, 27-30.

- Schacht, W.H., Long, J.N., Malechek, J.C., 1988. Above-ground production in cleared and thinned stands of Semiarid Tropical Woodland, Brazil. *For. Ecol. Manage.* 23, 201-214.
- Schöngart, J., Arieira, C., Fortes, F.E., Arruda, C., Cunha, C.N., 2008. Carbon dynamics in aboveground coarse wood biomass of wetland forests in the northern Pantanal, Brazil. *Biogeosciences Discussions* 5, 2103-2130.
- Silva, G.C., Sampaio, E.V.S.B., 2008. Biomassas de partes aéreas em plantas da Caatinga. *R. Árvore* 32, 567-575.
- Silva, J. S.V., Abdon, M.M.A., Silva, M.P., Romero, H.R., 1998. Levantamento do desmatamento no Pantanal brasileiro até 1990/91. *Pesquisa agropecuária brasileira* 33, 1739-1745.
- Silva, J.S.V., Abdon, M.M., Pott, A., 2007. Cobertura vegetal do bioma Pantanal em 2002. In: *Anais do XXIII Congresso Brasileiro de Cartografia*, Rio de Janeiro, Brasil, 1030-1038.
- Vieira, S., Camargo, P. B., Selhorst, D., Silva, R., Hutya, L., Chambers, J.Q., Brown, I.F., Higuchi, N., Santos, J., Wofsy, S.C., Trumbore, S.E., Martinelli, L.A., 2004. Forest structure and carbon dynamics in Amazonian tropical rain forests. *Oecologia* 140, 468-479.
- Vogel, H.L.M., Schumacher, M.V., Trüby, P., 2006. Quantificação da biomassa em uma floresta estacional decidual em Itaara, RS, Brasil. *Ciência Florestal* 16, 419-425.
- Wilkinson, L., 1998. *Systat – Systems for Statistics* 9. Chicago.

Forest Ecology and Management publishes scientific articles that link forest ecology with forest management, and that apply biological and ecological knowledge to the management and conservation of man-made and natural forests. The scope of the journal includes all forest ecosystems of the world.

PREPARATION

Use of wordprocessing software

It is important that the file be saved in the native format of the wordprocessor used. The text should be in single-column format, and 1.5 line-spacing and line-numbering should be used throughout. Keep the layout of the text as simple as possible. Most formatting codes will be removed and replaced on processing the article. In particular, do not use the wordprocessor's options to justify text or to hyphenate words. However, do use bold face, italics, subscripts, superscripts etc. Do not embed "graphically designed" equations or tables, but prepare these using the wordprocessor's facility. When preparing tables, if you are using a table grid, use only one grid for each individual table and not a grid for each row. If no grid is used, use tabs, not spaces, to align columns. The electronic text should be prepared in a way very similar to that of conventional manuscripts (see also the Guide to Publishing with Elsevier: <http://www.elsevier.com/guidepublication>). Do not import the figures into

the text file but, instead, indicate their approximate locations directly in the electronic text and on the manuscript. See also the section on Electronic illustrations.

To avoid unnecessary errors you are strongly advised to use the "spell-check" and "grammar-check" functions of your wordprocessor.

Article structure Subdivision

Divide your article into clearly defined and numbered sections. Subsections should be numbered 1.1 (then 1.1.1, 1.1.2, ...), 1.2, etc. (the abstract is not included in section numbering). Use this

numbering also for internal cross-referencing: do not just refer to "the text". Any subsection may be given a brief heading. Each heading should appear on its own separate line.

Introduction

State the objectives of the work and provide an adequate background, avoiding a detailed literature survey or a summary of the results.

Material and methods

Provide sufficient detail to allow the work to be reproduced. Methods already published should be indicated by a reference: only relevant modifications should be described.

Results

Results should be clear and concise.

Discussion

This should explore the significance of the results of the work, not repeat them. A combined Results and Discussion section is often appropriate. Avoid extensive citations and discussion of published literature.

Conclusions

The main conclusions of the study may be presented in a short Conclusions section, which may stand alone or form a subsection of a Discussion or Results and Discussion section.

Appendices

If there is more than one appendix, they should be identified as A, B, etc. Formulae and equations in appendices should be given separate numbering: Eq. (A.1), Eq. (A.2), etc.; in a subsequent appendix, Eq. (B.1) and so on. Similarly for tables and figures: Table A.1; Fig. A.1, etc.

Essential title page information.

- *Title.* Concise and informative. Titles are often used in information-retrieval systems. Avoid abbreviations and formulae where possible.
- *Author names and affiliations.* Where the family name may be ambiguous (e.g., a double name), please indicate this clearly. Present the authors' affiliation addresses (where the actual work was done) below the names. Indicate all affiliations with a lower-case superscript letter immediately after the author's name and in front of the appropriate address. Provide the full postal address of each affiliation, including the country name, and, if available, the e-mail address of each author.
- *Corresponding author.* Clearly indicate who will handle correspondence at all stages of refereeing and publication, also post-publication. Ensure that telephone and fax numbers (with country and area code) are provided in addition to the e-mail address and the complete postal address. Contact details must be kept up to date by the corresponding author.
- *Present/permanent address.* If an author has moved since the work described in the article was done, or was visiting at the time, a "Present address" (or "Permanent address") may be indicated as a footnote to that author's name. The address at which the author actually did the work must be retained as the main, affiliation address. Superscript Arabic numerals are used for such footnotes.

Abstract

A concise and factual abstract is required (not longer than 400 words). The abstract should state briefly the purpose of the research, the principal results and major conclusions. An abstract is often presented separately from the article, so it must be able to stand alone. For this reason, References should be avoided, but if essential, then cite the author(s) and year(s). Also, non-standard or uncommon abbreviations should be avoided, but if essential they must be defined at their first mention in the abstract itself

Graphical abstract

A Graphical abstract is optional and should summarize the contents of the article in a concise, pictorial form designed to capture the attention of a wide readership online. Authors must provide images that clearly represent the work described in the article. Graphical abstracts should be submitted as a separate file in the online submission system. Image size: Please provide an image with a minimum of 531×1328 pixels (h $\times$ w) or proportionally more. Preferred file types: TIFF, EPS, PDF or MS Office files. See <http://www.elsevier.com/graphicalabstracts> for examples.

Highlights

Highlights are mandatory for this journal. They consist of a short collection of bullet points that convey the core findings of the article and should be submitted in a separate file in the online submission system. Please use 'Highlights' in the file name and include 3 to 5 bullet points (maximum 85 characters per bullet point including spaces). See <http://www.elsevier.com/highlights> for examples.

Keywords

Immediately after the abstract, provide a maximum of 6 keywords, using American spelling and avoiding general and plural terms and multiple concepts (avoid, for example, "and", "of"). Be sparing with abbreviations: only abbreviations firmly established in the field may be eligible. These keywords will be used for indexing purposes.

Abbreviations

Define abbreviations that are not standard in this field in a footnote to be placed on the first page of the article. Such abbreviations that are unavoidable in the abstract must be defined at their first mention there, as well as in the footnote. Ensure consistency of abbreviations throughout the article.

Acknowledgements

Collate acknowledgements in a separate section at the end of the article before the references and do not, therefore, include them on the title page, as a footnote to the title or otherwise. List here those

individuals who provided help during the research (e.g., providing language help, writing assistance or proof reading the article, etc.).

Units

SI (Système International d'unités) should be used for all units except where common usage dictates otherwise. Examples of non-SI that may be more appropriate (depending on context) in many ecological and forestry measurements are ha rather than m², year rather than second. Use Mg ha⁻¹, not tonnes ha⁻¹, and use µg g⁻¹, not ppm (or for volume, µL L⁻¹ or equivalent). Tree diameter will generally be in cm (an approved SI unit) rather than m. Units should be in the following style: kg ha⁻¹ year⁻¹, kg m⁻³. Non-SI units should be spelled in full (e.g. year). Do not insert 'non-units' within compound units: for example, write 300 kg ha⁻¹ of nitrogen (or N), not 300 kg N ha⁻¹.

Math formulae

Present simple formulae in the line of normal text where possible and use the solidus (/) instead of a horizontal line for small fractional terms, e.g., X/Y. In principle, variables are to be presented in italics. Powers of e are often more conveniently denoted by exp. Number consecutively any equations that have to be displayed separately from the text (if referred to explicitly in the text).

Footnotes

Footnotes should be used sparingly. Number them consecutively throughout the article, using superscript Arabic numbers. Many wordprocessors build footnotes into the text, and this feature maybe used. Should this not be the case, indicate the position of footnotes in the text and present the footnotes themselves separately at the end of the article. Do not include footnotes in the Reference list.

Table footnotes

Indicate each footnote in a table with a superscript lowercase letter.

Artwork

Electronic artwork

General points

- Make sure you use uniform lettering and sizing of your original artwork.
- Save text in illustrations as "graphics" or enclose the font.
- Only use the following fonts in your illustrations: Arial, Courier, Times, Symbol.
- Number the illustrations according to their sequence in the text.
- Use a logical naming convention for your artwork files.
- Provide captions to illustrations separately.
- Produce images near to the desired size of the printed version.
- Submit each figure as a separate file.

A detailed guide on electronic artwork is available on our website:

<http://www.elsevier.com/artworkinstructions>

You are urged to visit this site; some excerpts from the detailed information are given here.

Formats

Regardless of the application used, when your electronic artwork is finalised, please "save as" or convert the images to one of the following formats (note the resolution requirements for line drawings, halftones, and line/halftone combinations given below):

EPS: Vector drawings. Embed the font or save the text as "graphics".

TIFF: color or grayscale photographs (halftones): always use a minimum of 300 dpi.

TIFF: Bitmapped line drawings: use a minimum of 1000 dpi.

TIFF: Combinations bitmapped line/half-tone (color or grayscale): a minimum of 500 dpi is required. DOC, XLS or PPT: If your electronic artwork is created in any of these Microsoft Office applications please supply "as is".

Please do not:

- Supply files that are optimised for screen use (like GIF, BMP, PICT, WPG); the resolution is too low;
- Supply files that are too low in resolution;
- Submit graphics that are disproportionately large for the content.

Color artwork

Please make sure that artwork files are in an acceptable format (TIFF, EPS or MS Office files) and with the correct resolution. If, together with your accepted article, you submit usable color figures then Elsevier will ensure, at no additional charge, that these figures will appear in color on the Web (e.g., ScienceDirect and other sites) regardless of whether or not these illustrations are reproduced in color in the printed version. For color reproduction in print, you will receive information regarding the costs from Elsevier after receipt of your accepted article. Please indicate your preference for color in print or on the Web only. For further information on the preparation of electronic artwork, please see <http://www.elsevier.com/artworkinstructions>.

Please note: Because of technical complications which can arise by converting color figures to "gray scale" (for the printed version should you not opt for color in print) please submit in addition usable black and white versions of all the color illustrations.

Figure Captions

Number figures consecutively in accordance with their appearance in the text. Ensure that each figure has a caption. Supply captions separately, not attached to the figure. A caption should comprise a brief title (not on the figure itself) and a description of the figure. Keep text in the figures themselves to a minimum but explain all symbols and abbreviations used. AUTHOR INFORMATION PACK 16 Feb 2011 www.elsevier.com/locate/foreco 10

Tables

Number tables consecutively in accordance with their appearance in the text. Place footnotes to tables below the table body and indicate them with superscript lowercase letters. Avoid vertical rules. Be sparing in the use of tables and ensure that the data presented in tables do not duplicate results described elsewhere in the article.

References

Citation in text Please ensure that every reference cited in the text is also present in the reference list (and vice versa). Any references cited in the abstract must be given in full. Unpublished results and personal communications are not recommended in the reference list, but may be mentioned in the text. If these references are included in the reference list they should follow the standard reference style of the journal and should include a substitution of the publication date with either "Unpublished results" or "Personal communication" Citation of a reference as "in press" implies that the item has been accepted for publication.

Web references

As a minimum, the full URL should be given and the date when the reference was last accessed. Any further information, if known (DOI, author names, dates, reference to a source publication, etc.), should also be given. Web references can be listed separately (e.g., after the reference list) under a different heading if desired, or can be included in the reference list.

References in a special issue

Please ensure that the words 'this issue' are added to any references in the list (and any citations in the text) to other articles in the same Special Issue.

Reference management software

This journal has standard templates available in key reference management packages EndNote (<http://www.endnote.com/support/enstyles.asp>) and Reference Manager (<http://refman.com/support/rmstyles.asp>). Using plug-ins to wordprocessing packages, authors only need to select the appropriate journal template when preparing their article and the list of references and citations to these will be formatted according to the journal style which is described below.

Reference style

Text: All citations in the text should refer to:

1. Single author: the author's name (without initials, unless there is ambiguity) and the year of publication;
2. Two authors: both authors' names and the year of publication;
3. Three or more authors: first author's name followed by "et al." and the year of publication.

Citations may be made directly (or parenthetically). Groups of references should be listed first alphabetically, then chronologically.

Examples: "as demonstrated (Allan, 1996a, 1996b, 1999; Allan and Jones, 1995). Kramer et al. (2000) have recently shown"

List: References should be arranged first alphabetically and then further sorted chronologically if necessary. More than one reference from the same author(s) in the same year must be identified by the letters "a", "b", "c", etc., placed after the year of publication.

Examples:

Reference to a journal publication:

Van der Geer, J., Hanraads, J.A.J., Lupton, R.A., 2000. The art of writing a scientific article. J. Sci. Commun. 163, 51–59.

Reference to a book:

Strunk Jr., W., White, E.B., 1979. The Elements of Style, third ed. Macmillan, New York.

Reference to a chapter in an edited book:

Mettam, G.R., Adams, L.B., 1999. How to prepare an electronic version of your article, in: Jones, B.S., Smith, R.Z. (Eds.), Introduction to the Electronic Age. E-Publishing Inc., New York, pp. 281–304.

Journal abbreviations source

Journal names should be abbreviated according to

Index Medicus journal abbreviations: <http://www.nlm.nih.gov/tsd/serials/lji.html>;

List of serial title word abbreviations: <http://www.issn.org/2-22661-LTWA-online.php>;

CAS (Chemical Abstracts Service): <http://www.cas.org/sent.html>.

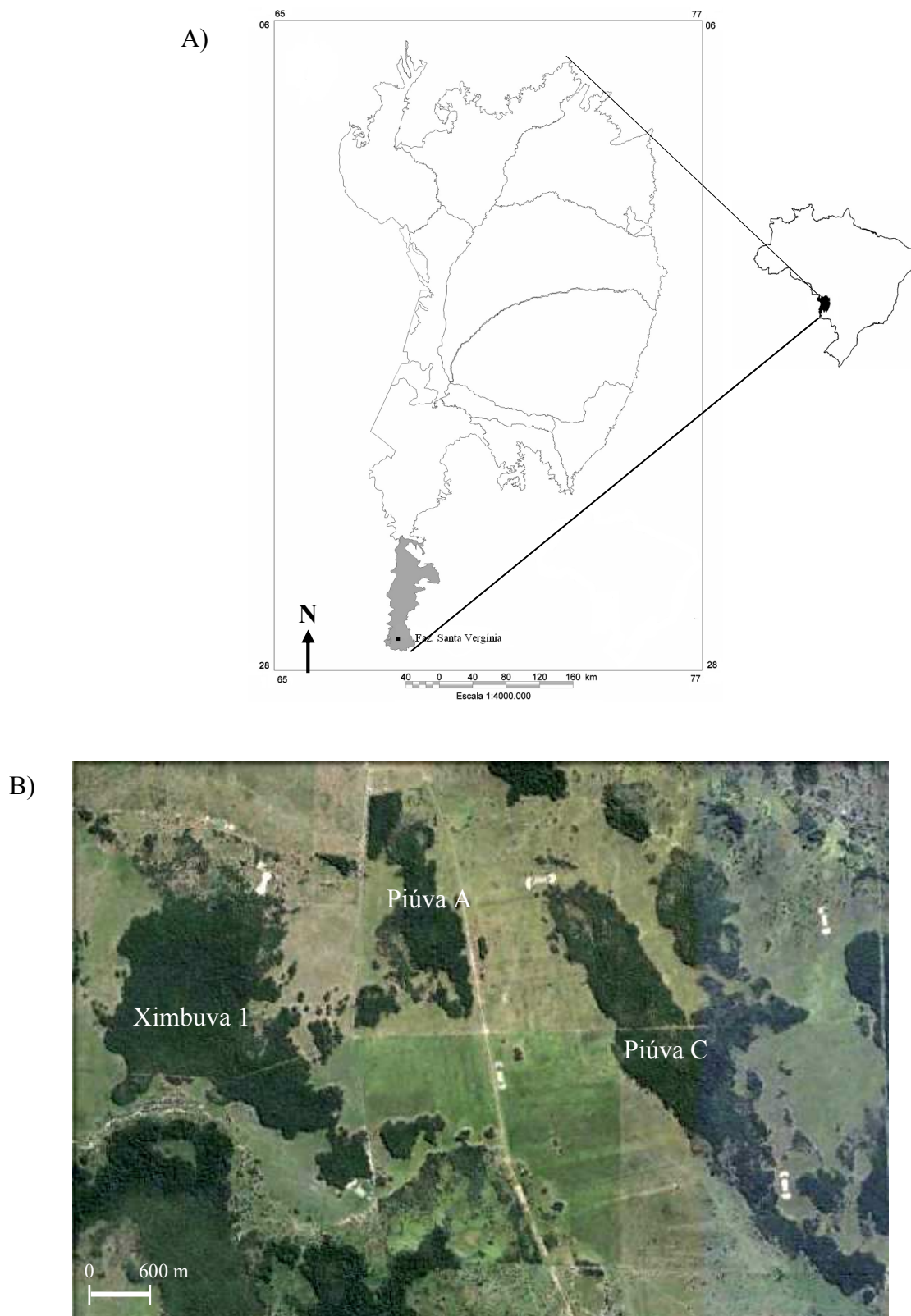
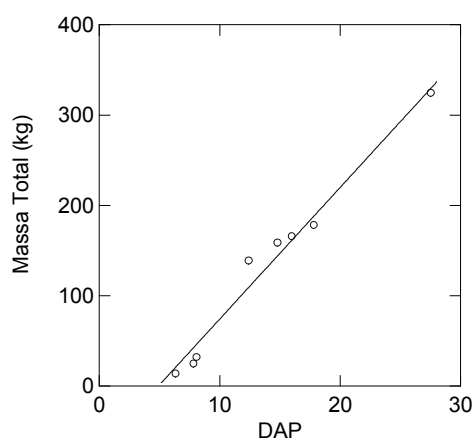


Figura 1. A) Localização da fazenda Santa Vergínia (ponto preto) na sub-região de Porto Murtinho (cor cinza), Pantanal, Brasil; B) Localização dos remanescentes de Chaco Florestado Piúva A, Piúva C e Ximbuva 1 na fazenda Santa Vergínia (Fonte: Google Earth).

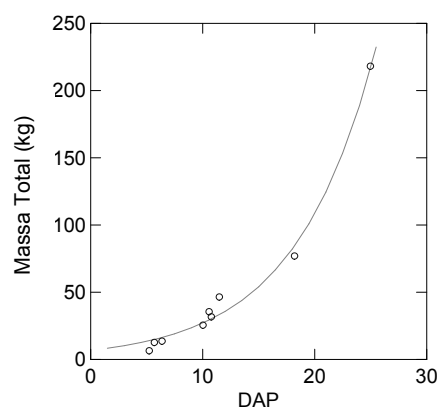


Figura 2. (A) Pesagem à fresco dos galhos e (B) troncos, sendo posteriormente secos em estufa de ar forçado (C) à 60°C as folhas e (D) à 40 °C os discos dos troncos e posteriormente pesados (E).

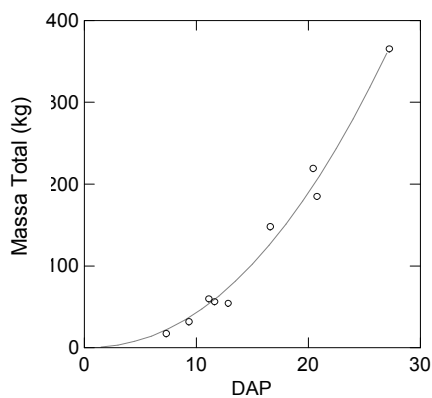
Anadenanthera colubrina



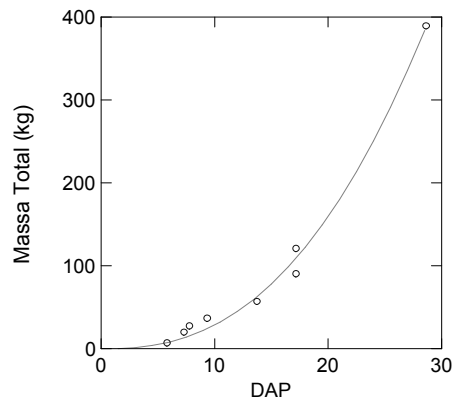
Coccoloba guaranitica



Diplokeleba floribunda



Phyllostylon rhamnoides



Grupo de 8 espécies

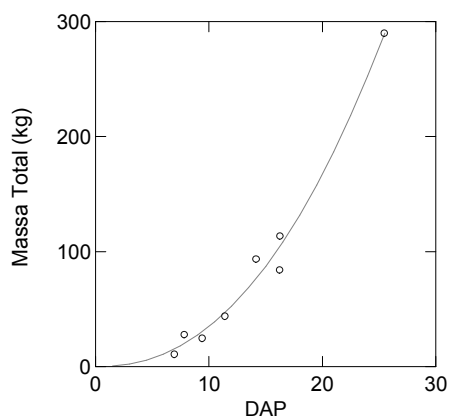


Figura 1. Regressões Linear para *Anadenanthera colubrina* e Não-linear para as demais espécies.

Tabela 1. Regressões selecionadas para as principais espécies de Chaco Florestado, fazenda Santa Vergínia, Porto Murtinho/MS, Brasil, com seus respectivos coeficientes de determinação (r^2) ajustados e constantes (**a** e **b**), sendo $P < 0,05$. Os símbolos indicam: Y = biomassa; DAP = diâmetro a altura do peito; DAS = diâmetro a altura do solo; ln= logaritmo neperiano na base e (= 2,718281...); DAP e DAS = faixa dos diâmetros à altura do peito e do solo, respectivamente, usados nas equações; n = número de amostras, exceto nas equações para tronco e galhos do “Grupo de 8 espécies”, onde o n = 7 amostras; * = equações usadas na estimativa da biomassa das principais espécies e do restante da comunidade (representada pelo “Grupo de 8 espécies”) em cada área.

Espécie		Equação	r^2	a	b
<i>Coccoloba guaranitica</i>	DAP = 5-24 cm; n = 9	*Y _{total} = a · exp (DAP · b)	0,990	6,717	0,139
		Y _{total} = a · DAS ^b	0,994	0,194	1,972
	DAS = 6-35 cm	Y _{lenho} = a · DAS ^b	0,994	0,176	1,993
		Y _{lenho} = a · exp (DAP · b)	0,991	6,336	0,140
		Y _{folha} = a · DAS ^b	0,931	0,046	1,303
		Y _{folha} = a · exp(DAP · b)	0,912	0,467	0,093
<i>Diplokeleba floribunda</i>	DAP = 7-27 cm; n = 9	*Y _{total} = a · DAP ^b	0,983	0,306	2,145
		Y _{lenho} = a · DAP ^b	0,983	0,258	2,207
	DAS = 9-32 cm	Y _{tronco} = a · exp(DAP · b)	0,981	6,198	0,128
		lnY _{galho} = a+b · lnDAS	0,958	-3,774	2,639
		lnY _{galho} = a+b · lnDAP	0,946	-2,541	2,369
		lnY _{folha} = a+b · lnDAP	0,626	-4,318	1,821
<i>Anadenanthera colubrina</i>	DAP = 6-27 cm; n = 8	*Y _{total} = a+b · DAP	0,973	-76,809	14,899
		Y _{total} = a+b · DAS	0,981	-81,560	12,645
	DAS = 8-33 cm	Y _{lenho} = a+b · DAS	0,975	-76,427	12,035
		Y _{lenho} = a+b · DAP	0,966	-71,748	14,170
		Y _{tronco} = a · DAP ^b	0,986	0,803	1,605
		Y _{galho} = a+b · DAS	0,868	-34,471	5,974
		Y _{galho} = a+b · DAP	0,846	-31,521	6,988
		Y _{folha} = a · DAP ^b	0,911	0,035	1,844
<i>Phyllostylon rhamnoides</i>	DAP = 6-28 cm; n = 8	Y _{total} = a · exp(DAS · b)	0,996	5,886	0,127
		*Y _{total} = a · DAP ^b	0,992	0,094	2,481
	DAS = 7-33 cm	Y _{lenho} = a · exp(DAS · b)	0,996	5,721	0,127
		Y _{lenho} = a · DAP ^b	0,992	0,090	2,490
		Y _{tronco} = a · DAP ^b	0,960	0,636	1,582
		Y _{galho} = a · exp(DAS · b)	0,990	0,822	0,174
		Y _{galho} = a · exp(DAP · b)	0,988	2,365	0,164
		Y _{folha} = a · exp(DAP · b)	0,907	0,363	0,085

continua...

...continuação

Espécie		Equação	r^2	a	b
Grupo de 8 espécies	$DAP = 7-25 \text{ cm}; n = 8$	$*Y_{\text{total}} = a \cdot DAP^b$	0,984	0,188	2,266
	$DAS = 12-32 \text{ cm}$	$Y_{\text{lenho}} = a \cdot DAP^b$	0,985	0,164	2,303
		$Y_{\text{tronco}} = a \cdot \exp(DAP \cdot b)$	0,977	4,465	0,133
		$Y_{\text{galho}} = a + b \cdot DAS$	0,985	-73,268	6,832
		$Y_{\text{galho}} = a \cdot DAP^b$	0,960	0,146	2,144
		$Y_{\text{folha}} = a + b \cdot DAP$	0,815	-1,416	0,322

Tabela 2. Biomassa aérea estimada em Mg ha^{-1} (correspondente a toneladas/hectare) para as principais espécies e vegetação em geral (representada pelo “Grupo de 8 espécies”) dos remanescentes de Chaco Florestado de Piúva A, Piúva C e Ximbuva 1, fazenda Santa Vergínia, Porto Murtinho/MS, Brasil.

Área	Biomassa Mg ha^{-1}	Carbono Mg ha^{-1}	Carbono (%)
Piúva A			
<i>Anadenanthera colubrina</i>	18,48	9,24	12,59
<i>Coccoloba guaranítica</i>	3,58	1,79	2,44
<i>Diplokeleba floribunda</i>	14,85	7,43	10,12
<i>Phyllostylon rhamnoides</i>	7,82	3,91	5,33
“Grupo de 8 espécies”	102,00	51,00	69,51
Total	146,74	73,37	
Piúva C			
<i>Anadenanthera colubrina</i>	1,53	0,77	0,89
<i>Coccoloba guaranítica</i>	7,64	3,82	4,43
<i>Diplokeleba floribunda</i>	6,58	3,29	3,81
<i>Phyllostylon rhamnoides</i>	6,75	3,38	3,91
“Grupo de 8 espécies”	150,00	75,00	86,95
Total	172,51	86,26	
Ximbuva 1			
<i>Anadenanthera colubrina</i>	15,67	7,83	14,95
<i>Coccoloba guaranítica</i>	7,69	3,85	7,34
<i>Diplokeleba floribunda</i>	10,67	5,34	10,18
<i>Phyllostylon rhamnoides</i>	10,40	5,20	9,92
“Grupo de 8 espécies”	60,36	30,18	57,60
Total	104,80	52,40	

Tabela 3. Distribuição da biomassa em toneladas/hectare (Mg ha^{-1}), para as áreas Piúva A, Piúva C e Ximbuva 1, segundo as classes diamétricas dos troncos das árvores amostradas pelo levantamento fitossociológico, na fazenda Santa Vergínia, Porto Murtinho/MS, Brasil.

Classes diamétricas (cm)	PIÚVA A		PIÚVA C		XIMBUVA 1	
	Nº	Biomassa	Nº	Biomassa	Nº	Biomassa
	indivíduos	(Mg ha^{-1})	indivíduos	(Mg ha^{-1})	indivíduos	(Mg ha^{-1})
5 a 15	124	31,55	113	26,30	126	34,32
16 a 25	23	31,29	31	33,54	26	37,70
26 a 35	9	28,68	9	26,35	7	20,43
36 a 45	2	13,05	6	34,03	0	0,00
46...	2	39,73	1	47,70	1	9,93