MARINA FARCIC MINEO

Ecologia da comunidade de aranhas de solo de uma área de cerrado no sudeste do Brasil

Orientador: Prof. Dr. Kleber Del Claro
Co-orientador: Prof. Dr. Antonio Domingos Brescovit

Tese apresentada ao Programa de Pós-Graduação em Ecologia e Conservação de Recursos Naturais como requisito para obtenção do título de Doutor.

Uberlândia – MG
2009

Dados Internacionais de Catalogação na Publicação (CIP)

M664e Mineo, Marina Farcic, 1981-
Ecologia da comunidade de aranhas de solo de uma área de cerrado no sudeste do Brasil / Marina Farcic Mineo. - 2009.
70 f. : il.
Orientador: Kleber Del Claro.
Co-orientador: Antonio Domingos Brescovit
Tese (doutorado) - Universidade Federal de Uberlândia, Programa de Pós-Graduação em Ecologia e Conservação de Recursos Naturais.
Inclui bibliografia.
1. 1. Aranha - Ecologia - Teses. 2. Ecossistema - Teses. 3. Cerrados - Teses. I. Del-Claro, Kleber. II. Brescovit, Antonio Domingos. III. Universidade Federal de Uberlândia. Programa de Pós-Graduação em Ecologia e Conservação de Recursos Naturais. IV. Título.
CDU: 595.44-155.3

Elaborado pelo Sistema de Bibliotecas da UFU / Setor de Catalogação e Classificação

MARINA FARCIC MINEO

Ecologia da comunidade de aranhas de solo de uma área de cerrado no sudeste do Brasil

Tese apresentada ao Programa de Pós-Graduação em Ecologia e Conservação de Recursos Naturais como requisito para obtenção do título de Doutor.

Data da aprovação: ___/___/___.

Banca examinadora:

Prof. Dr. Kleber Del Claro (orientador) _____

Prof. Dr. Gustavo Quevedo Romero _____

Prof. Dr. Joao Vasconcellos Neto _____

Prof. Dr. Marcelo de Oliveira Gonzaga _____

Prof. Dr. Oswaldo Marçal Junior _____

Prof. Dr. Helena Maura Torezan Silingardi_____

Prof. Dr. Vera Lúcia de Campos Brites _____

AGRADECIMENTOS

A todos aqueles que contribuíram de maneira direta e indireta para a realização deste estudo, desde o planejamento até a sua finalização. Em especial, agradeço à Universidade Federal de Uberlândia e o Programa de Pós-Graduação em Ecologia e Conservação de Recursos Naturais por possibilitar a execução dessa pesquisa e à Coordenação de Aperfeiçoamento de Pessoal de Nível Superior pela bolsa de estudos fornecida.

Ao Prof. Dr. Kleber Del Claro pela excelente orientação, pela confiança, apoio, dedicação e paciência. Ao Prof. Dr. Antonio Domingos Brescovit, co-orientador deste trabalho, pelo imprescindível auxílio no delineamento das coletas e identificação dos animais. Aos membros da banca de defesa, Prof. Dr. João Vasconcellos Neto, Prof. Dra. Helena Maura Torezan Silingardi, Prof. Dr. Marcelo de Oliveira Gonzaga, Prof. Dr. Oswaldo Marçal Junior, Prof. Dr. Gustavo Quevedo Romero e Prof. Dra. Vera Lúcia de Campos Brites pela disponibilidade e valiosas contribuições que engrandeceram essa tese. Aos professores Dr. Paulo Sérgio Moreira Carvalho de Oliveira e MSc. Everton Tizo Pedroso pelos comentários dos manuscritos.

A todos do Laboratório de Artrópodes do Instituto Butantan, que me receberam muito bem e muito me ensinaram. Aos companheiros do Laboratório de Ecologia Comportamental e de Interações – LECI-UFU, pela amizade, motivação e companhia em campo, especialmente à Graziella D. V. Marques, Wilton Pereira, Rhainer Guillermo N. Ferreira, Jonas Byk, Tatiane A. Pereira e Estevão A. da Silva. Ao Sr. José da Estação Ecológica do Panga, por ser sempre tão prestativo e solícito.

A toda minha família por estar ao meu lado em todos os momentos, principalmente meus pais Carlos Henrique Mineo e Maria Inês F. F. Mineo, meus irmãos João Carlos e Luiz Henrique e meu namorado Rogerio G. de Oliveira por me darem forças e me ajudarem sempre que precisei. A todos os tios, primos e avós pela torcida e palavras de carinho. A todos os meus amigos pela união e vibração em relação a essa jornada.

Dedico este trabalho a
Carlos Henrique Mineo
e Rogerio Gaudard de
Oliveira, pois sem eles
nada disso seria possível.

RESUMO

MINEO, Marina Farcic. D.S. Universidade Federal de Uberlândia. Fevereiro de 2009. Ecologia da comunidade de aranhas de solo de uma área de cerrado em Uberlândia, Minas Gerais. Orientação: Prof. Dr. Kleber Del Claro. Co-orientação: Prof. Dr. Antonio Domingos Brescovit.

Embora extremamente abundantes e diversas, as aranhas de solo são praticamente desconhecidas no Brasil. O presente estudo, conduzido entre abril de 2005 e fevereiro de 2007, investigou a composição, riqueza e diversidade de aranhas no solo de uma savana brasileira, avaliando a influência da sazonalidade e a estruturação dessa comunidade em guildas. O estudo foi feito na Estação Ecológica do Panga, em Uberlândia, Minas Gerais. Três fitofisionomias de Cerrado (*campo cerrado, cerrado* e *cerradão*) foram amostradas usando armadilhas do tipo pitfall durante cinco dias a cada dois meses. Foram encontradas 3.477 aranhas, de 112 espécies e 31 famílias. No mínimo oito novas espécies foram amostradas e *Trocantheria gomezi* (Trochanteridae) foi coletada pela primeira vez no Brasil. Os ambientes apresentaram composição única de espécies, riqueza e diversidade. Uma maior abundância foi observada durante a estação chuvosa, com pico de indivíduos em outubro. Foram apresentados os primeiros dados ecológicos para *Tenedos perfidus* (Zodariidae), uma espécie comum do Cerrado. Das oito guildas encontradas, as aranhas "caçadoras ativas de solo" foram maioria nos três tipos de habitats. As "tecelãs" também foram comuns, principalmente no cerrado e cerradão. A estrutura da comunidade com relação às guildas propostas variou dentro de cada tipo de fitofisionomia sazonalmente. O número de indivíduos por guilda foi sempre maior na estação chuvosa em todos os habitats. A araneofauna do Bioma Cerrado se mostrou bastante heterogênea, destacando a importância da conservação de diferentes fitofisionomias para a manutenção de sua biodiversidade.

ABSTRACT

MINEO, Marina Farcic. D.S. Universidade Federal de Uberlândia. February, 2009. Community ecology of ground-dwelling spiders in a Tropical Savanna Southeast Brazil. Adviser: Prof. Dr. Kleber Del Claro. Co-adviser: Prof. Dr. Antonio Domingos Brescovit.

Despite being extremely abundant and diverse, ground-dwelling spiders are poorly known in Brazil. The present study, conducted between April 2005 and February 2007, investigates the composition, richness and diversity of ground-dwelling spiders, as well as the influence of seasonality on them and the structure of this community. It was carried out at the Panga Ecological Station in the State of Minas Gerais, southeastern Brazil. Three very distinct phytophysiognomies (*campo cerrado, cerrado* and *cerradão*) were sampled using pitfall traps during five days every two months. A total of 3,477 spiders of 112 species and 31 families were found. At least eight new species were found and one species, *Trocantheria gomezi* (Trochanteridae), was recorded for the first time in Brazil. All sites presented unique species compositions, richness and diversity. Increased abundance and richness were observed during the wet season. The peak of individuals was in October and April registered the lowest abundance. Furthermore, the first ecological data for *Tenedos perfidus* (Zodariidae), an endemic species of this Ecoregion, was presented. Between the eight guilds found, active hunters on the ground were the most abundant in the three habitat types, followed by web-builders and ambushers. The community structure vary between phytophysiognomies and between seasons. Abundance per guild was higher during wet season. The diversity among ground-dwelling spiders in Brazilian Savannas is very heterogeneous and pointed out the importance of conserving different habitat types for the maintenance of their biodiversity.

LISTA DE FIGURAS

DIVERSIDADE DAS ARANHAS NO SOLO DE UMA ÁREA DE CERRADO NO MUNICÍPIO DE UBERLÂNDIA, MINAS GERAIS

Figura 1. Localização da Estação Ecológica do Panga, uma área preservada de Cerrado - adaptada de Schiavini e Araújo (1989)…..…….....…….…….....15

Figura 2. Distintas fitofisionomias de Cerrado na Estação Ecológica do Panga: (a) campo cerrado, (b) cerrado and (c) cerradão (Fotos: Mineo, M. F.)…….....……..……...16

Figura 3. Dendograma de similaridade baseado na comunidade de aranhas no solo de três distintas fisionomias vegetais de Cerrado (campo cerrado, cerrado e cerradão).....19

Figura 4. Riqueza observada e estimada de espécies de aranhas de solo em três fisionomias distintas de Cerrado baseada no estimador não paramétrico Jacknife 1….....…20

INFLUÊNCIA DA SAZONALIDADE NA COMUNIDADE DE ARANHAS NO SOLO DE UMA ÁREA DE CERRADO

Figura 1. Localização da Estação Ecológica do Panga, uma área preservada de Cerrado - adaptada de Schiavini e Araújo (1989)…….....…….…….....….34

Figura 2. Dados climatológicos da Estação Ecológica do Panga, Minas Gerais, Brazil. (——) temperature minima, (- -) temperatura máxima e (barras) precipitação ……....……....….35

Figura 3. Abundância total de indivíduos em três fitofisionomias de Cerrado (a) e abundância de fêmeas, machos e jovens por fisionomia: (b) campo cerrado, (c) cerrado e (d) cerradão…….....…39

Figura 4. Proporção de machos e fêmeas nas famílias mais comuns de aranhas encontradas no solo de diferentes fisionomias vegetais da Estação Ecológica do Panga, Minas Gerais, Brazil: Campo cerrado (a e b), cerrado (c e d) e cerradão (e e f) durante as estações seca (a, c e e) e chuvosa (b, d e f).....41

ESTRUTURA DA COMUNIDADE DE ARANHAS NO SOLO DE DIFERENTES FITOFISIONOMIAS DE CERRADO

Figura 1. Número de indivíduos por estação e fitofisionomia de Cerrado, agrupados de acordo com a estratégia de forrageamento (a) e o estrato do ambiente (b) utilizados...…….....62

LISTA DE TABELAS

DIVERSIDADE DAS ARANHAS DE SOLO EM ÁREA DE CERRADO NO MUNICÍPIO DE UBERLÂNDIA, MINAS GERAIS

Tabela 1. Riqueza, abundância e diversidade de espécies e famílias de aranhas no solo de diferentes fitofisionomias de Cerrado.....……..…….....……...19

INFLUÊNCIA DA SAZONALIDADE NA COMUNIDADE DE ARANHAS NO SOLO DE UMA ÁREA DE CERRADO

Tabela 1. Relações significativas entre aranhas no solo de distintas fisionomias vegetais de Cerrado e variáveis climáticas (temperatura máxima, mínima e média, umidade relativa, precipitação total e precipitação máxima em 24 horas) no mês da coleta e um e dois meses antes..…….....…….38

ESTRUTURA DA COMUNIDADE DE ARANHAS NO SOLO DE DIFERENTES FITOFISIONOMIAS DE CERRADO

Tabela 1. Distribuição por guilda das famílias de aranhas no solo de três fitofisionomias de cerrado nas estações seca (abril a setembro) e chuvosa (outubro a março).....60

Tabela 2. Quantidade média de serapilheira (g) e nível médio de sombreamento do solo (%) em três fitofisionomias de cerrado nas estações seca e chuvosa.....63

Tabela 3. Relação de dependência entre o número de indivíduos de cada guilda de aranhas e a quantidade de serapilheira e o nível de sombreamento do solo em três fitofisionomias de cerrado. * $p<0,05$, há dependência.....64

ÍNDICE

RESUMO vii

ABSTRACT viii

LISTA DE FIGURAS ix

LISTA DE TABELAS x

1. INTRODUÇÃO GERAL 1

Diversidade de aranhas 2

O Bioma Cerrado 4

Objetivos e apresentação dos capítulos 6

Referências bibliográficas 7

2. DIVERSIDADE DAS ARANHAS NO SOLO DE UMA ÁREA DE CERRADO NO MUNICÍPIO DE UBERLÂNDIA, MINAS GERAIS 11

Artigo 1. The Diversity of spiders in the ground of a Neotropical Savanna

Abstract 12

Introduction 13

Materals and methods 14

Results 17

Discussion 20

References. 24

Appendix 1 28

3. INFLUÊNCIA DA SAZONALIDADE NA COMUNIDADE DE ARANHAS NO SOLO DE UMA ÁREA DE CERRADO 31

Artigo 2. Seasonal Influence on Spiders in the ground of a Brazilian Savannah

Abstract 32

Introduction 33

Methods 34

Results 37

Discussion 43

References 45
Appendix 48
4. ESTRUTURA DA COMUNIDADE DE ARANHAS NO SOLO DE DIFERENTES FITOFISIONOMIAS DE CERRADO 52
Resumo 53
Introdução 54
Material e Métodos..... 55
Resultados 58
Discussão 64
Referências bibliográficas 67
5. CONCLUSÃO GERAL 69

1. INTRODUÇÃO GERAL

Diversidade de aranhas

O conhecimento disponível sobre os padrões de biodiversidade é escasso para grupos megadiversos, como os artrópodes terrestres, responsáveis pela vasta maioria das espécies existentes (CODDINGTON *et al.* 1996). Para a preservação da biodiversidade é extremamente necessário que se conheça mais sobre os padrões de diversidade deste grupo que pode compreender 80% ou mais das espécies de nosso planeta, mas vem sendo negligenciado nos planos de conservação (WILSON 1988; KREMEN *et al.* 1993; COLWELL & CODDINGTON 1994).

Uma porção significativa da diversidade de artrópodes terrestres é compreendida pela ordem Araneae, que inclui cerca de 40.000 espécies descritas (PLATNICK 2008) e estima-se a existência de 60.000 a 170.000 espécies (CODDINGTON & LEVI 1991). Por sua abundância, biomassa e diversidade, são consideradas predadores importantes da cadeia trófica, influenciando também na densidade e atividade de detritívoros e fungívoros, afetando os processos de decomposição (WISE 2002). Além disso, as aranhas empregam uma enorme variedade de estratégias de predação, ocupando uma vasta série de nichos espaciais e temporais; são caracterizadas por apresentar alta diversidade taxonômica dentro de um mesmo hábitat; exibem respostas táxon-específicas e guilda-específicas às mudanças no ambiente; e são relativamente fáceis de se amostrar e identificar (TOTI *et al*. 2000). São também importantes reguladoras das populações de insetos (RIECHERT & BISHOP 1990; WISE 1993; ROMERO & VASCONCELLOS-NETO 2007) e podem ser eficientes indicadores de variações da riqueza de espécies e do funcionamento das comunidades bióticas (KREMEN *et al.* 1993; NORRIS 1999).

Entretanto, a maioria dos estudos sobre a diversidade de aranhas tem focado agroecossistemas, como áreas de cultivo de grãos e pomares, localizados nos Estados Unidos e Europa (CARTER & RYPSTRA 1995, TÓTH & KISS 1999, UETZ *et al.* 1999), enquanto os estudos em áreas tropicais ainda são bastante raros (CHEN & TSO 2004).

Tamanha escassez se reflete no desconhecimento do grupo: estima-se que 60 a 70% do material depositado em coleções da América do Sul seja representado por espécies novas para a ciência (CODDINGTON & LEVI 1991). No Brasil, foram registradas até o momento 3119 espécies de aranhas, o que representa 28% de todas as espécies registradas para a região neotropical (BRESCOVIT 2005). As regiões fitogeográficas com amostragens mais significativas no país são a Mata Atlântica e a Amazônia, sendo que o Rio de Janeiro é o estado com maior número de espécies descritas (776), seguido de São Paulo (660) e Amazonas (624) (BRESCOVIT 2005). Sobre o Bioma Cerrado, pouco se sabe sobre a sua araneofauna, não havendo ainda uma lista de espécies e nem informações gerais sobre riqueza e diversidade (*e.g.* OLIVEIRA & MARQUIS 2002, SANTOS *et al.* 2007).

Apesar das comunidades de aranhas serem importantes reguladoras das populações de insetos, sabe-se que sua composição varia mais por causa da forma física do ambiente (fitofisionomia) do que pela população de herbívoros da área que elas habitam (BARNES & BARNES 1955, STRATTON *et al.* 1979). O tipo de vegetação é o principal responsável pela qualidade e quantidade de presas disponíveis, além de influenciar as taxas de predação e ainda determinar as condições microclimáticas (SOUZA 2007). No solo, a comunidade de aranhas é ainda afetada pela composição, altura e estrutura da serapilheira, que, em áreas tropicais, é um ambiente praticamente desconhecido (OTT 1997) e constitui a base da

cadeia alimentar (HÖFER *et al.* 1996). A fauna encontrada neste extrato é a responsável pela regulação dos processos de decomposição de matéria orgânica e atua no fluxo de energia e na ciclagem de nutrientes (BARREIROS 2004). Para as aranhas, a serapilheira oferece abrigo contra predadores, estrutura para suporte de teias, locais para deposição de ootecas e diversidade e quantidade de presas (RYPSTRA *et al.* 1999).

O Bioma Cerrado

O Cerrado é um dos biomas mais ricos em espécies do mundo, podendo representar 33% da diversidade biológica do Brasil (OLIVEIRA & MARQUIS 2002, AGUIAR *et al.* 2004). Esse fato, somado ao alto número de espécies endêmicas e à rapidez com que vem sendo devastado, o tornou um dos "hotspots" mundiais de biodiversidade com alta prioridade de conservação (MYERS *et al.* 2000). Boa parte dessa riqueza é explicada pela existência de um mosaico natural de ecossistemas que compartilham a sua paisagem. São descritos onze tipos fisionômicos gerais para o Cerrado, enquadrados em formações florestais (mata ciliar, mata de galeria, mata seca e cerradão), savânicas (cerrado sentido restrito, parque cerrado, palmeiral e vereda) e campestres (campo sujo, campo rupestre e campo limpo) (RIBEIRO & WALTER 1998).

Em geral, esse Bioma caracteriza-se pela presença de invernos secos e verões chuvosos, um clima classificado como Aw de Köppen (ROSA *et al*. 1991). Possui média anual de precipitação da ordem de 1500 mm, variando de 750 a 2000 mm. As chuvas são concentradas de outubro a abril (estação chuvosa) e a temperatura média do mês mais frio é superior a 18ºC (RIBEIRO & WALTER 1998). No Cerrado, predominam os latossolos,

tanto em áreas sedimentares quanto em terrenos cristalinos, ocorrendo ainda solos concrecionários em grandes extensões (LOPES 1984).

As fitofisionomias exploradas nesta Tese de Doutorado em Ecologia e Conservação de Recursos Naturais foram o campo cerrado, o cerrado sentido restrito e o cerradão. O campo cerrado é um tipo fisionômico exclusivamente herbáceo-arbustivo, com muitas gramíneas e arbustos e sub-arbustos esparsos cujas plantas, muitas vezes, são constituídas por indivíduos menos desenvolvidos das espécies arbóreas do cerrado sentido restrito. Essa fitofisionomia é encontrada em solos rasos, eventualmente com pequenos afloramentos rochosos de pouca extensão, ou em solos profundos e de baixa fertilidade. A família mais freqüentemente encontrada é a Poaceae (Gramineae) (GOODLAND & POLLARD 1973, OLIVEIRA-FILHO & RATTER 2002).

O cerrado sentido restrito caracteriza-se pela presença de árvores baixas, inclinadas, tortuosas, com ramificações irregulares e retorcidas, e geralmente com evidências de queimadas. Os arbustos e os subarbustos encontram-se espalhados, com algumas espécies apresentando órgãos subterrâneos perenes que permitem a rebrota após a queima ou corte. Os troncos das plantas lenhosas em geral possuem cascas com cortiça grossa e gema apical protegida por densa pilosidade. As folhas são rígidas e coriáceas (GOODLAND & POLLARD 1973, OLIVEIRA-FILHO & RATTER 2002).

O cerradão é uma formação florestal com aspectos xeromórficos que caracteriza-se pela presença de espécies do cerrado sentido restrito e espécies de mata. Apresenta dossel predominantemente contínuo e cobertura arbórea que pode ocilar de 50 a 90%. A altura média do estrato arbóreo varia de 8 a 15 metros, proporcionando condições de

luminosidade que favorecem à formação de estratos arbustivo e herbáceo diferenciados (GOODLAND & POLLARD 1973, OLIVEIRA-FILHO & RATTER 2002).

Objetivos e apresentação dos capítulos

Estudos sobre araneofauna envolvendo áreas de Cerrado ainda são raros ou restritos a uma única fitofisionomia ou guilda (*e.g.* RINALDI & FORTI 1996). Dessa forma, esta Tese teve como objetivo principal conhecer, caracterizar e comparar a comunidade de aranhas de solo de distintos tipos de habitats encontrados na Estação Ecológica do Panga, no município de Uberlândia, Minas Gerais. Uma vez que é sabido que a complexidade estrutural do ambiente influencia a diversidade de vários grupos de artrópodes terrestres (LANGELLOTO & DENNO 2004), foi esperado que houvesse diferenças qualitativas e quantitativas entre as comunidades de aranhas que ocupam o solo dos diferentes tipos de habitats amostrados.

Esta tese de doutorado é composta de três capítulos, escritos na forma de artigos científicos. No primeiro capítulo, é apresentada a composição de espécies de cada fitofisionomia, bem como sua riqueza, diversidade e similaridade. Com base nesses dados também foi feita uma estimativa da riqueza total da comunidade para cada tipo de habitat.

No segundo capítulo, é discutida a influência da sazonalidade característica do Cerrado na comunidade e nas populações de aranhas de solo. Diferenças na araneofauna entre as épocas seca e chuvosa são apontadas, assim como a distribuição de algumas famílias, espécies e indivíduos ao longo do ano.

Já no terceiro capítulo, as aranhas que se utilizam do solo do cerrado são agrupadas em guildas de acordo com a sua estratégia de forrageamento e o estrato do ambiente em que

podem ocorrer a fim de avaliar a hipótese de que o solo de distintas fisionomias de Cerrado abriga diferentes estruturas de comunidade de aranhas.

Referências bibliográficas

AGUIAR, L. M. de S.; MACHADO, R. B.; MARINHO-FILHO, J. A diversidade biológica do Cerrado. In: AGUIAR, L. M. de S.; CAMARGO, A. J. A.de (Eds.). *Cerrado: ecologia e caracterização*. Embrapa, Brasília, Brasil. 2004. p.17-40.

BARNES, R. D.; BARNES, B.M. The spider population of the abstract broomsedge community of the southeastern piedmont. *Ecology* 36: 658-666. 1955.

BARREIROS, J. A. P. *Inventário da araneofauna (Arachnida, Araneae) de serapilheira na Estação Científica Ferreira Penna, Pará, Brasil.* Dissertação de mestrado. Universidade Federal do Pará. 2004. 71 p.

BRESCOVIT, A. D. Diversidade de aranhas no Brasil. In: TOSCANO-GADEA (Ed.). *Actas Primer Congreso Latinoamericano de Aracnología*. Mimeográfica PESCE, Uruguay. 2005. p. 36-37.

CARTER P. E.; RYPSTRA, A. L. Top-down effects in soybean agroecosystems: spider density affects herbivore damage. *Oikos* 72: 433-439. 1995.

CHEN, K. C.; TSO, I. M. Spider Diversity on Orchid Island, Taiwan: A comparison between habitats receiving different degrees of human disturbance. *Zoological Studies* 43: 598-611. 2004.

CODDINGTON J. A.; LEVI, H. W. Systematics and evolution of spiders (Araneae). *Annual Review of Ecology and Systematics* 22: 565-592. 1991.

CODDINGTON, J. A.; YOUNG, L. H.; COYLE, F. A. Estimating spider species richness in a southern appalachian cove hardwood forest. *Journal of Arachnology* 24: 111-128. 1996.

COLWELL, R. K.; CODDINGTON, J. A. Estimating terrestrial biodiversity through extrapolation. *Philosophical Transactions of the Royal Society (Series B)* 345: 101-118. 1994.

GOODLAND, R.; POLLARD, R. The Brazilian Cerrado vegetation: a fertility gradient. *The Journal of Ecology* 61: 219-224. 1973.

HÖFER, H.; MARTIUS, C.; BECK, L. Decomposition in an Amazonian rainforest after experimental litter addition in small plots. *Pedobiologia* 40: 570-576. 1996.

KREMEN, C.; COLWELL, R. K.; ERWIN, T. L.; MURPHY, D. D.; NOSS, R. F.; SANJAYAN, M. A. Terrestrial arthropod assemblages: Their use in conservation planning. *Conservation Biology* 7: 796–808. 1993.

LANGELLOTTO, G. A.; DENNO, R. F. Responses of invertebrate natural enemies to complex-structured habitats: a meta-analytical synthesis. *Oecologia* 139: 1-10. 2004.

LOPES, A. S. *Solos sob "Cerrado": características, propriedades e manejo*. 2.ed. Piracicaba: Potafos, 1984. 162 p.

MYERS, N.; MITTERMEIER, C. G.; MITTERMEIER, G. A. B. Da F.; KENT, J. Biodiversity hotspots for conservation priorities. *Nature* 403: 853-859. 2000.

NORRIS, K. C. Quantifying change through time in spider assemblages: Sampling methods, indices, and sources of error. *Journal of Insect Conservation* 3: 311–327. 1999.

OLIVEIRA, P. S.; MARQUIS, R. J. *The cerrados of Brazil: ecology and natural history of a neotropical savanna*. Columbia University Press, New York, U.S.A. 2002. 424 p.

OLIVEIRA-FILHO, A. T.; RATTER, J. A. Vegetation physiognomies and woody flora of the cerrado biome. In: OLIVEIRA, P. S.; MARQUIS, R. J. (Eds.). *The cerrados of Brazil*: ecology and natural history of a neotropical savanna. Columbia University Press, New York, U.S.A. 2002. p. 91-120.

OTT, R. *Composição da fauna araneológica de serapilheira de uma mata nativa em Viamão, Rio Grande do Sul, Brasil.* Dissertação de mestrado. Pontifícia Universidade Católica do Rio Grande do Sul. 1997. 94 p.

PLATNICK, N. I. *The world spider catalog*. Version 8.5. American Museum of Natural History. http://research.amnh.org/entomology/spiders/catalog/index.html. 2008.

RIBEIRO, J. F.; WALTER, B. M. T. Fitofisionomias do bioma cerrado. In: SANO, S. M.; ALMEIDA, S. P. de (Eds.) *Cerrado: ambiente e flora*. Planaltina: EMBRAPA-CPAC. 1998. p. 89-166.

RIECHERT, S. E.; BISHOP, L. Prey control by an assemblage of generalist predators: Spiders in garden test systems. *Ecology* 71: 1441–1450. 1990.

RINALDI, I. M. P.; FORTI, L. C. Strategies for habitat use among species of hunting spiders (Araneomorphae, Dionycha) in natural and artificial biotopes from southeastern Brazil. *Acta Biológica Paranaense* 25: 115–139. 1996.

ROMERO, G. Q.; VASCONCELLOS-NETO, J. Aranhas sobre plantas: dos comportamentos de forrageamento às associações específicas. In: GONZAGA, M. O.; SANTOS, A. J.; JAPYASSÚ, H. F. (Orgs.) *Ecologia e comportamento de aranhas.* Rio de Janeiro: Editora Interciência. 2007. p. 67-87.

ROSA, R., LIMA; S. C.; ASSUNÇÃO, W. L. Abordagem preliminar das condições climáticas de Uberlândia. *Sociedade & Natureza* (5/6): 91-108. 1991.

RYPSTRA, A. L.; CARTER, P. E.; BALFOUR, R. A.; MARSHALL, S. D. Architectural features of agricultural habitats and their impact on the spider inhabitants. *Journal of Arachnology* 27: 371-377. 1999.

SANTOS, A. J.; BRESCOVIT, A. D.; JAPYASSÚ, H. F. Diversidade de aranhas: sistemática, ecologia e inventários. In: GONZAGA, M. O.; SANTOS, A. J.; JAPYASSÚ, H. F. (Orgs.) *Ecologia e comportamento de aranhas.* Rio de Janeiro: Editora Interciência. 2007. p. 1-23.

SOUZA, A. L. T. de. Influência da estrutura do habitat na abundância e diversidade de aranhas. In: GONZAGA, M. O.; SANTOS, A. J.; JAPYASSÚ, H. F. (Orgs.). *Ecologia e comportamento de aranhas*. Editora Interciência, Rio de Janeiro, Brasil. 2007. p. 25-43.

STRATTON, G . E.; UETZ, G. W.; D.; DILLERY, G. A comparison of the spiders of three coniferous tree species. *Journal of Arachnology* 6: 219-226. 1979.

TÓTH, F.; J. KISS, J. Comparative analyses of epigeic spider assemblages in northern Hungarian winter wheat fields and their adjacent margins. *Journal of Arachnology* 27: 241-248. 1999.

TOTI, D. S.; COYLE, F. A.; MILLER, J. A. A structured inventory of Appalachian grass bald and heath bald spider assemblages and a test of species richness estimator performance. *Journal of Arachnology* 28: 329–345. 2000.

UETZ, G. W.; HALAJ, J.; CADY, A. B. Guild structure of spiders in major crops. *The Journal of Arachnology* 27: 270-280. 1999.

WILSON, E. O. The current state of biological diversity. In: WILSON, E.O. (Ed.). *Biodiversity.* Washington: Nat. Acad. Press. 1988. p. 3-17.

WISE, D. H. *Spiders in Ecological Webs*. Cambridge Univ. Press, Cambridge, U.K. 1993. 328 p.

WISE, D. H. Efectos Directos e Indirectos de las Arañas en la Red Trófica del Mantillo del Bosque. In: CONGRESO ARGENTINO DE ENTOMOLOGÍA (Ed.). *Anais do V Congreso Argentino de Entomología,* Buenos Aires, Argentina, 2002. p. 53-55.

2. DIVERSIDADE DAS ARANHAS NO SOLO DE UMA ÁREA DE CERRADO NO MUNICÍPIO DE UBERLÂNDIA, MINAS GERAIS

Artigo 1. The Diversity of spiders in the ground of a Neotropical Savanna

(Artigo elaborado de acordo com as normas do periódico Zoological Studies)

Abstract Spiders are at the top of the invertebrate trophic chain and, on the forest floor, they can regulate populations of decomposers and other invertebrates. Despite being extremely diverse, these arthropods are poorly known in the Brazilian Savannas, one of the richest areas in the world in terms of biodiversity. The present study, conducted between April, 2005 and February, 2007, investigated the diversity of ground-dwelling spiders at the Panga Ecological Station in the State of Minas Gerais, southeastern Brazil. Three very distinct phytophysiognomies (*campo cerrado, cerrado* and *cerradão*) were sampled using pitfall traps during five days every two months. A total of 3,477 spiders representing 112 species of 31 families were collected, constituting the first list of species presented for this group in this Biome. At least eight new species were found and one species, *Trocantheria gomezi*, was recorded for the first time in Brazil. All sites presented unique species compositions, richness and diversity. The *campo cerrado*, an opened field area with low shrubs, had the higher diversity but the lowest abundance, followed by the *cerrado* and than for *cerradão*. The low similarity and the presence of several unique species in all sampled phytophysiognomies demonstrated that the diversity among ground-dwelling spiders in Brazilian Savannas is very heterogeneous and pointed out the importance of conserving different habitat types in the Brazilian Savannas for the maintenance of their biodiversity.

Key-words: Araneae, biodiversity, Brazil, community, conservation, inventory.

Spiders play an important role in many terrestrial ecosystems due to their predatory nature, abundance and ubiquity. They are at the top of the invertebrate trophic chain and, on the forest floor, these arachnids can regulate decomposer populations (Wise 1993). They are an interesting group to study because spiders are very sensitive to habitat changes and extremely diverse (New 1999). Up to 2007 approximately 40,000 species of spiders had been classified (Platnick 2008). Studies examining the diversity of terrestrial arthropods, whose abundance and diversity greatly exceed those of vertebrates (May 1992), however, are rare.

In Savanna regions knowledge of the diversity of araneofauna is still incipient. Few areas like Africa (*eg.* Russel-Smith 2002; Modiba et al. 2005) have well documented studies but for the Neotropical Savannas, mainly in Brazil, studies are rare and restricted to a single vegetal physiognomy or spiders' group (*eg.* Rinaldi and Forti 1996). Nevertheless, the Brazilian Savannas are among the most diverse ecosystems in the world (Myers et al. 2000), representing the second largest South American biome, the most diverse among all savannas and also the most threatened one (Klink and Machado 2005). The combination of the advanced age of the Brazilian Savannas (Cerrado Biome) and the relatively recent (Quaternary) dynamic changes in vegetation distribution patterns probably explain the rich overall biodiversity, estimated, by Dias (1992), at 160,000 species of plants, animals, and fungi.

Vegetation in this Biome includes a remarkable physiognomic variation in the balance between the quantities of trees and herbaceous plants, forming a complex structural gradient that varies, in its physiognomical forestal aspects, from the completely open to the closed, (Oliveira-Filho and Ratter 2002). Variations in plant diversity and plant

composition may also influence predator diversity by changing foraging efficiency (Strong et al. 1984) and/or the nutritional quality of the herbivore prey (Price et al. 1980). On the ground in particular, spiders act in response to the depth and complexity of the litter layer (Uetz 1979, Hurd and Fagan 1992).

Even now many species remain to be discovered in this almost unexplored and poorly sampled biome. For these reasons the objective of the present study was to investigate and compare the diversity of ground spiders in different phytophysiognomies of a still well preserved Brazilian Savanna. This is the first study in this issue in South America representing an important background for future comparisons.

MATERIALS AND METHODS

Study site

The study was conducted at the Panga Ecological Station, an area of 404 hectares, located 30 kilometers south of the city of Uberlândia (19°11'10" S, 48°23'30' 'W), in the State of Minas Gerais, southeastern Brazil (Fig. 1). It is situated 800 meters above sea level and the regional climate consists of dry winters (from May through September) and rainy summers (from October through April). The average annual precipitation is 1500mm. It is one of the last well preserved areas of Neotropical Savannas in the southeast of Brazil.

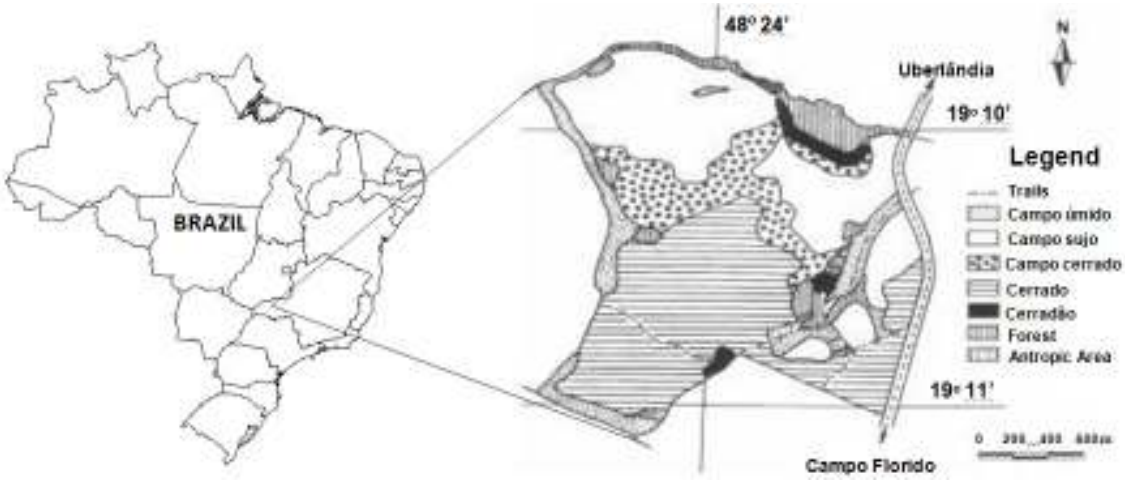

Fig. 1. Location of the Panga Ecological Station, an area of preserved Brazillian Savanna, adapted from Schiavini & Araújo (1989).

Three different savanna formations: *campo cerrado*, *cerrado* and *cerradão*, were sampled. The *campo cerrado* (Fig. 2a) is a phytophysiognomy characterized by the predominance of grassland with a scattering of shrubs and small trees. The *cerrado* vegetation (Fig. 2b) is dominated by trees and shrubs often three to eight meters tall and providing more than 30% crown cover but with a fair amount of herbaceous vegetation. The *cerradão* (Fig. 2c) is an almost closed woodland with crown cover of 50% to 90%, made up of trees, often three to eight meters or taller, casting considerable shade so that the ground layer is reduced (Oliveira-Filho and Ratter 2002).

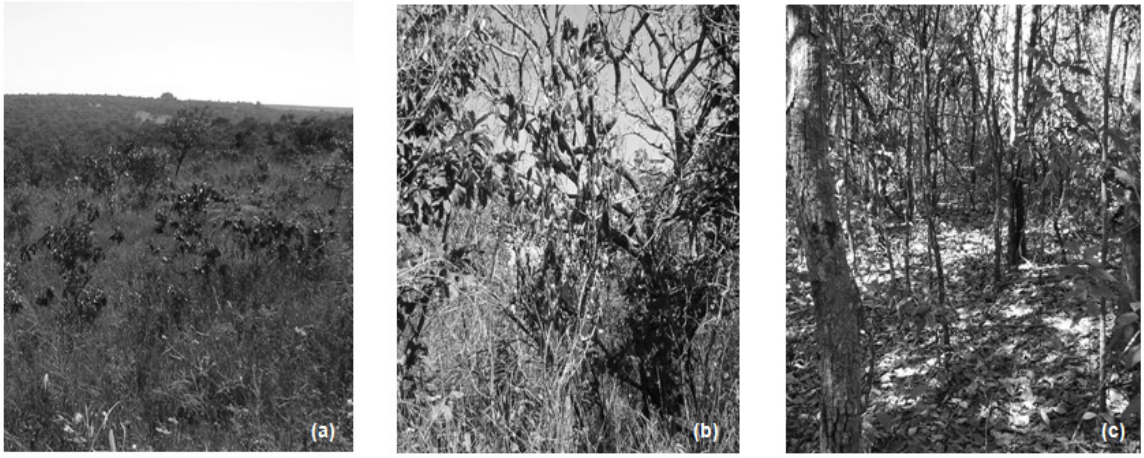

Fig. 2. Distinct vegetal physiognomies of Neotropical Savanna at southeastern Brazil: (a) Campo cerrado, (b) Cerrado and (c) Cerradão (Photos: Mineo, M. F.).

Sampling method

Ground-living spiders were collected using pitfall traps. Each trap consisted of a plastic jar seven centimeters in diameter and 10 cm deep inserted into the ground and protected by a plastic plated supported by three woods sticks 10 cm above the ground. They were filled, to approximately half, with 70% ethanol and glycerol. For each vegetal physiognomy, an area of 2,592 m^2 was divided into 12 quadrants of 12 x 18 m. Every two months one quadrant of each habitat type was sampled using pitfall traps spaced in five lines of eight traps each and distanced two meters between lines and between traps. They were left in the field for five days. Each quadrant was sampled only once. The total trapping effort involved 2,400 trap days for each site sampled between April, 2005 and February, 2007.

Identification and analysis

All specimens were identified to family level. Adults were enumerated, sexed and identified for species level when possible. Shannon-Wiener's diversity index and estimative of richness were performed using EstimateS 8.0 software (Colwell 2006). The BioEstat 5.0 software (Ayres et al. 2007) was used to perform a similarity dendogram based on the communities of spiders of the three vegetal physiognomies. Voucher specimens were deposited in the Arachnida and Myriapoda Collection of the Instituto Butantan in São Paulo, Brazil.

RESULTS

A total of 3,477 spiders, 1,605 adults, representing 112 species/morphospecies of 31 families were collected (Appendix S1). Three families were represented only by juveniles (Barychelidae, Dipluridae and Theraphosidae). Another 10 families were found in only one vegetal physiognomy and 16 were found at all sites. Lycosidae and Zodariidae dominated the sample (43%) and were the most abundant families in the three areas. The Salticidae, however, stood out as having the highest richness of species (27 species). The most abundant spider species was the *Tenedos perfidus,* Jocqué & Baert 2002, (Zodariidae). It was found at all sites, with a total of 350 adults (19% of all adults).

Campo cerrado was the site with the lowest density of spiders, hosting 1,025 individuals of 62 species. On the other hand, this area had the greatest quantity of singletons and doubletons (36), uniques (26) and the new species, *Cybaeodamus* sp. (Zodariidae). *Campo cerrado* presented the highest proportion of juveniles (56% of the

total individuals sampled in this area). The most abundant spider families were Lycosidae (21%), Zodariidae (21%) and Linyphiidae (11%) whereas Dictynidae and Palpimanidae were found exclusively in this phytophysiognomy. Linyphiidae sp.2 was the most common species in this habitat type (N = 82, 18% of adults sampled), followed by *Leprolochus* sp. (N = 80 or 18%) and *T. perfidus* (N = 58, 13%).

In the *cerrado*, 1,293 spiders were sampled. Analysis revealed the highest abundance for both juveniles and adult specimens within the three studied areas. However, this site had only 57 species collected, the lowest richness of species. The most frequently found families were: Zodariidae (24%), Lycosidae (21%) and Theridiidae (12%). Individuals of the Clubionidae, Prodidomidae, Theraphosidae and Trechaleidae families were encontered only at this site. *T. perfidus* (N = 130), *Leprolochus* sp. (N = 81) and Lycosinae sp. (N = 59) were the most abundant species, representing respectively 22%, 14% and 10% of all the adults in this area. The *cerrado* presented the lowest numbers of singletons and doubletons (32) and uniques (14). A new species, *Oonops* sp. (Oonopidae), was found at this physiognomy.

In the *cerradão*, a total of 1,159 specimens and 62 species were recorded. Adults represented 48% of the spiders trapped in this habitat. Lycosidae (27%), Zodariidae (17%) and Corinnidae (13%) were the most abundant families. Dipluridae (N = 1), *Speocera* sp. (N = 1) and *Trocantheria gomezi* Canals 1933 (N = 1) were found exclusively at this site. The most common species were: *T. perfidus* (N = 162), Lycosinae sp. (N = 133) and *Euryopis* sp.1 (N = 43). Singletons and doubletons comprised 34 species, and uniques, 24. *Attacobius* sp. (Corinnidae), *Isoctenus* sp.1, *Isoctenus* sp.2 (Ctenidae) and *Speocera* sp (Ochyroceratidae), new species, were found only in the *cerradão*, whereas *Aysha* sp.

(Anyphaenidae) and *Tanybelus* sp. (Salticidae) were found also in the c*errado*. Only one specimen of *Trocantheria gomezi* was captured in this study and it was found in the *cerradão*. This was the first record of this species in Brazil.

The highest diversity was observed in the *campo cerrado* followed by *cerrado* and c*erradão* (Table 1). The *cerrado* and *cerradão* samples had the most similar spider fauna (Fig. 3), presenting 34 species in common. The *campo cerrado* presented a distinct community that those found in the other vegetation types.

Table 1. Species and family richness, abundance and diversity index of spiders in the ground of different vegetal physiognomies of a Brazilian Savanna.

Site	Species richness	Family richness	Abundance	Unique species	Shannon-Wiener
Campo cerrado	62	21	1025	26	2.93
Cerrado	57	26	1293	14	2.88
Cerradão	62	23	1159	22	2.68

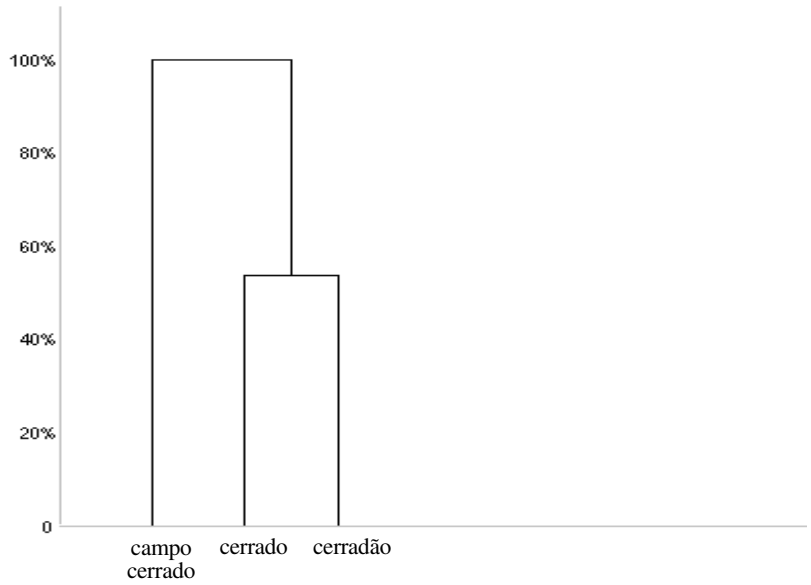

Fig. 3. Similarity dendogram based on the communities of ground spider species in three distinct vegetal physiognomies of Brazilian Savanna (campo cerrado, cerrado, cerradão).

The observed species accumulation curves for the three sites sampled did not reach asymptote (Fig. 4). A total of 94 species in the *campo cerrado* (N = 62 spp), 93 for the *cerradão* (N = 62 spp) and 85 for the *cerrado* (N = 57 spp) was estimated (Jacknife 1 non-parametric estimator).

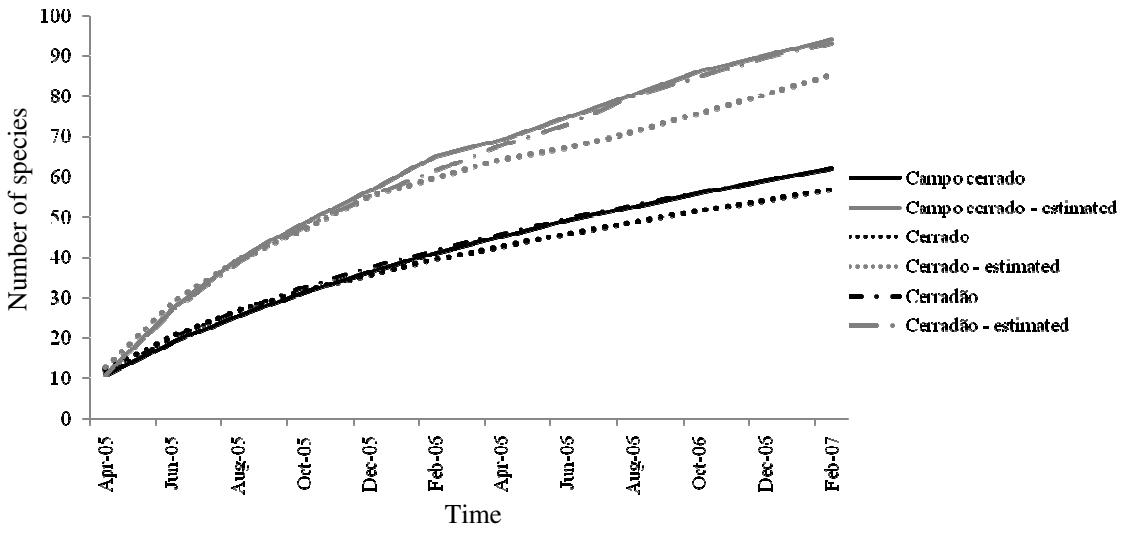

Fig. 4. Observed and estimated species richness of ground spiders for three different vegetation types of Brazilian Savanna based on Jacknife 1 non-parametric estimator.

DISCUSSION

Although biodiversity is higher in other biomes than in Savannas (Myers et al. 2000), the number of ground species of spiders found in the present study was surprisingly high for a dry environment. The overall sample was typically tropical, with many rare and a few common species (Nentwig 1993).

In the *campo cerrado*, the highest diversity and lowest abundance suggests a higher level of specialization. This probably occurs in order to decrease the competition and the niche overlap. Such a decrease is necessary in this vegetal physiognomy because it is an

open field area, with sparse vegetative structures, which results in spiders living together in the same stratum, the ground. In a study with butterflies in the Brazilian savannas, the same pattern was observed, higher diversity of species and low abundance of individuals (Price et al. 1995).

The low richness of species of ground-dwelling spiders found in the *cerrado* is probably due to the high abundance of shrubs and herbaceous vegetation. This creates a new stratum and numerous microhabitats for these spiders. For this reason they move less on the ground reducing the risk of being captured in a pitfall trap. Silva (1996) has reported that spider richness and abundance vary not only according to forest type, altitude and diurnal/nocturnal habits but also due to microhabitat qualities. Furthermore, some plant species of the c*ampo cerrado* and *cerradão* only occur in this vegetal physiognomy. This enables some spider species, from these habitat types, to use the *cerrado* areas, which explains the finding of fewer singletons, doubletons and uniques in this habitat type. In the *cerradão*, these animals occupy the ground as they do in the *campo cerrado*, since an intermediary vegetative stratum is not available due to the absence of shrubs. This suggests that the community of ground-dwelling spiders in Neotropical Savanna is strongly influenced by the structure of the vegetation. As observed in many studies (Pearce et al. 2003), the vegetative characteristics of the habitat often have a strong effect on the composition and abundance of individual species.

The predominance of lycosids in this study had been previously expected. It has been documented that the use of pitfall traps overestimates the abundance of individuals of this family and underestimates linyphiids (Lang 2000). It is also known that the vegetative

structure of the habitat affects the abundance and sex ratio of lycosid spiders (Wenninger and Fagan 2000).

The lack of baseline information on the araneofauna of Brazilian savannas makes comparisons difficult. The results of richness in the number of species of ground-dwelling spiders at the Panga Ecological Station were higher than those obtained in other studies conducted in Brazil. Álvares et al. (2004) found a total of 94 species using pitfall traps in two habitat types within a reserve of secondary Atlantic forest including patches of savanna in the State of Minas Gerais. During six months of sampling, a high abundance and low richness of Zodariidae were reported (N=327, 1 sp) as well as a high richness of Salticidae (N=215, 23spp). However, many families sampled in our study (Barychelidae, Caponiidae, Clubionidae, Hersiliidae, Ochyroceratidae, Prodidomidae, Trochanteridae) were not found in that study even with the use of additional sampling methods. Rinaldi and Forti (1996) found 102 species of Dionycha spiders in a *cerradão* area during their two-year-study in the State of São Paulo, Brazil. In this study four different methods of sampling were used monthly on the ground and in the vegetation. Only two species collected in their study were common in our results: *Camillina cordoba* Platnick and Murphy 1987 (Gnaphosidae) and *Chira simoni* Galiano 1961, (Salticidae).

Considering the Atlantic forest as a preserved biome, Fowler and Venticinque (1995) found 31 species among 477 spiders captured using pitfall traps in the Parque Estadual da Ilha do Cardoso, of the State of Sao Paulo. In the Guarapiranga Reserve, of the city of São Paulo, 86 species among 2,171 adults were collected using pitfall traps in four sampling expeditions (Indicatti et al. 2005). In another study conducted in the African savannas, 229 and 151 species were found for Tanzania and Namibia respectively (Russel-

Smith 2002). This is an extremely high number in terms of richness of ground-dwelling spiders, even though 12 habitat types were sampled. Salticidae and Gnaphosidae were the most diverse families but no data for abundance was mentioned for that area. Of the above mentioned studies, none of the observed species accumulation curves reached asymptote.

Our results indicate that the ground araneofauna of the Panga Ecological Station is diverse, composed of species that represent various spider-foraging strategies. The low levels of similarity and the presence of distinct family compositions and species in all of the vegetal physiognomies sampled indicate that each vegetation type comprises a unique community, which probably occurs due to differences in the structure of the vegetation and microclimate characteristics. Willet (2001) indicates studies using spiders as indicators for the planning of forest restoration and monitoring. Our study indicates their importance in determining the significance of conserving different habitat types in the Neotropical Savanna for the maintenance of biodiversity. This is especially true in the *campo cerrado*, the area with highest spider diversity with, at the same time, the most endangered and least protected vegetal physiognomy of all Brazilian Savanna.

Acknowledgments: We wish to thank the researchers of the Butantan Institute for the cooperation and assistance in the identification of the spiders, C. H. Mineo, R. G. de Oliveira and R. G. N. Ferreira for their tireless efforts in the field, and E. Tizo-Pedroso, O. Marçal Jr. and H. M. Torezan-Silingardi for comments and suggestions on the manuscript. We also wish to recognize the Conselho Nacional de Desenvolvimento Científico e Tecnológico (CNPq), Coordenação de Aperfeiçoamento de Pessoal de Nível Superior

(CAPES) and Fundação de Amparo à Pesquisa de Minas Gerais (FAPEMIG) for financial support.

REFERENCES

Álvares ESS, EO Machado, CS Azevedo, M de-Maria. 2004. Composition of the spider assemblage in an urban forest reserve in southeastern Brazil and evaluation of a two sampling method protocols of species richness estimates. Rev. Iber. Aracnol. **10:** 185-194.

Ayres M, M Ayres Júnior, DL Ayres, AA Santos. 2007. BioEstat 5.0 –Aplicações estatísticas nas áreas das ciências biomédicas. Belém, Pará: Ong Mamiraua. (in Portuguese)

Colwell RK. 2006. EstimateS: statistical estimation of species richness and shared species from samples - Version 8.0. Available at http://www.purl.oclc.org/estimates.

Dias BFS. 1992. Alternativas de desenvolvimento dos Cerrados: manejo e conservação dos recursos naturais renováveis. Brasília, Brazil: Fundação Pró-Natureza. (in Portuguese with English abstract)

Fowler HG, EM Venticinque. 1995. Ground spider (Araneae) diversity in differing habitats in the Ilha do Cardoso State Park. Naturalia **20:** 75-81.

Hurd LE, WF Fagan. 1992. Cursorial spiders and succession: Age or habitat structure? Oecologia **92:** 215-221.

Indicatti RP, DF Candiani, AD Brescovit, HF Japyassú. 2005. Diversidade de aranhas (ARACHNIDA, ARANEAE) de solo na bacia do reservatório do Guarapiranga, São

Paulo, São Paulo, Brasil. Biota Neotropica **5:** 1-12. (in Portuguese with English abstract)

Klink CA, RB Machado. 2005. Conservation of the Brazilian Cerrado. Conserv. Biol. **19:** 707-713.

Lang A. 2000. The pitfalls of pitfalls: A comparison of pitfall trap catches and absolute density estimates of epigeal invertebrate predators in arable land. J. Pestic. Sci. **73:** 99-106.

May RM. 1992. How many species inhabit the earth? Sci. Am. **267:** 42-48.

Myers N, RA Mittermeir, CG Mittermeir, GAB Fonseca, J Kent. 2000. Biodiversity hotspots for conservation priorities. Nature **403:** 853-858.

Modiba MA, SM Dippenaar, AS Dippenaar-Schoeman. 2005. A checklist of spiders from Sovenga Hill, an inselberg in the Savanna Biome, Limpopo Province, South Africa (Arachnida: Araneae). Koedoe **48:** 109-115.

Nentwig W. 1993. Spiders of Panama: biogeography, investigation, phenology, check list, key and bibliography of a tropical spider fauna. Florida, USA: Sandhill Crane Press Inc.

New TR. 1999. Untangling the web: spiders and challenges of invertebrates conservation. J. Insect Conserv. **3:** 251-256.

Oliveira-Filho AT, JA Ratter. 2002. Vegetation physiognomies and woody flora of the cerrado biome. *In* PS Oliveira, RJ Marquis, eds. The cerrados of Brazil: ecology and natural history of a neotropical savanna. New York, USA: Columbia University Press, pp. 91-120.

Pearce JL, LA Venier, G Eccles, J Pedlar, D McKenney. 2003. Influence of habitat and microhabitat on epigeal spider (Araneae) assemblages in four stand types. Biodivers. Conserv. **13:** 1305-1334.

Platnick NI. 2008. The world spider catalog - Version 8.5. American Museum of Natural History. Available at http://research.amnh.org/entomology/spiders/catalog/index.html

Price PW, CE Bouton, P Gross, BA McPherson, JN Thompson, AE Weis. 1980. Interactions among three trophic levels: influence of plants on interactions between insect herbivores and natural enemies. Annu. Rev. Ecol. Syst. **11:** 41-65.

Price PW, IR Diniz, HC Morais, ESA Marques. 1995. The abundance of insect herbivore species in the tropics: high local richness of rare species. Biotropica **27:** 468-478.

Ricklefs RE. 1987. Community diversity: relative roles of local and regional processes. Science **235:** 167-171.

Rinaldi IMP, LC Forti. 1996. Strategies for habitat use among species of hunting spiders (Araneomorphae, Dionycha) in natural and artificial biotopes from southeastern Brazil. Acta. Biol. Par. **25:** 115-139.

Russel-Smith A. 2002. A Comparison of the diversity and composition of ground-active spiders in Mkomazi Game Reserve, Tanzania and Etosha National Park, Namibia. J. Arachnol. **30:** 383-388.

Schiavini I., GM Araujo. 1992. Considerações sobre a vegetação da Reserva Ecológica do Panga (Uberlândia). Socied. Nat. **1:** 61-66. (in Portuguese with English abstract)

Silva D. 1996. Species composition and community structure of peruvian rainforest spiders: a case study from a seasonally inundated forest along the Samiria river. Rev. Suisse Zool. 597-610.

Strong DR, JH Lawton, TRE Southwood. 1984. Insects on plants. Massachusetts, USA: Harvard Univ. Press.

Uetz GW. 1979. The influence of variation in litter habitats on spider communities. Oecologia **40:** 29-42.

Wenninger EJ, WF Fagan. 2000. Effect of river flow manipulation on wolf spider assemblages at three desert riparian sites. J. Arachnol. **28:** 115-122.

Willet TR. 2001. Spiders and other arthropods as indicators in old-growth versus logged redwood stands. Restor. Ecol. **9:** 410-420.

Wise DH. 1993. Spiders in ecological webs. Cambridge, UK: Cambridge University Press.

Appendix 1

Number of individuals (N), adults (N_a) and species (S) per family and per species of ground-dwelling spiders in three distinct phytophysiognomies of savanna (*campo cerrado*, *cerrado* and *cerradão*) in the Panga Ecological Station, southeastern Brazil.

Families / Species	Campo cerrado			Cerrado			Cerradão			Total		
	N	N_a	S	N	N_a	S	N	N_a	S	N	N_a	S
Anyphaenidae	-	-	-	2	1	1	4	3	1	6	4	1
Aysha sp.		-			1			3			4	
Barychelidae	9	-	-	3	-	-	6	-	-	18	-	-
Caponiidae	11	1	1	30	6	2	31	8	2	72	15	2
Caponina notabilis (Mello-Leitão 1939)		1			2			1			4	
Nops sp.		-			4			7			11	
Clubionidae	-	-	-	1	1	1	-	-	-	1	1	1
Elaver brevipes (Keyserling 1891)		-			1			-			1	
Corinnidae	21	11	5	86	50	7	145	44	7	252	105	9
Abapeba rioclaro Bonaldo 2000		-			1			-			1	
Attacobius sp.		-			-			3			3	
Castianeira sp.1		1			7			3			11	
Castianeira sp.2		1			19			21			41	
Castianeira sp.3		-			4			4			8	
Falconina sp.		3			7			1			11	
Mazax sp.		-			3			2			5	
Orthobula sp.		5			9			10			24	
Trachelinae sp.		1			-			-			1	
Ctenidae	14	-	-	40	2	2	29	3	3	83	5	4
Ctenus taeniatus Keyserling 1891		-			1			1			2	
Isoctenus sp.1		-			-			1			1	
Isoctenus sp.2		-			-			1			1	
Phoneutria nigriventer (Keyserling 1891)		-			1			-			1	
Dictynidae	1	1	1	-	-	-	-	-	-	1	1	1
Dictyna sp.1		1			-			-			1	
Dipluridae	-	-	-	-	-	-	1	-	-	1	-	-
Gnaphosidae	107	61	5	126	72	5	56	20	5	289	153	6
Apopyllus sp.1		10			27			10			47	
Apopyllus silvestrii (Simon 1905)		47			25			1			73	
Camillina cordoba Platnick & Murphy 1987		1			18			6			25	
Camillina sp.1		2			1			2			5	
Cesonia sp.		1			-			-			1	
Vectius niger (Simon 1880)		-			1			1			2	
Hahniidae	31	26	1	56	47	2	6	6	1	93	79	2
Hahniidae sp.1		26			44			6			76	
Hahniidae sp.2		-			3			-			3	
Hersiliidae	1	1	1	2	1	1	0	0	0	3	2	1
Iviraiva argentina (Mello-Leitão 1942)		1			1			-			2	
Linyphiidae	115	104	5	65	23	4	79	38	8	259	165	9
Linyphiidae sp.1		17			17			14			48	
Linyphiidae sp.2		82			4			6			92	
Linyphiidae sp.3		-			1			4			5	
Linyphiidae sp.4		-			-			1			1	
Linyphiidae sp.5		1			-			-			1	

Families / Species	Campo cerrado			Cerrado			Cerradão			Total		
	N	N_a	S	N	N_a	S	N	N_a	S	N	N_a	S
Linyphiidae sp.6		-			1			10			11	
Linyphiidae sp.7		3			-			1			4	
Linyphiidae sp.8		1			-			1			2	
Linyphiidae sp.9		-			-			1			1	
Lycosidae	220	22	9	268	64	4	311	146	6	799	232	14
Aglaoctenus lagotis (Holmberg 1876)		1			-			-			1	
Artcosa sp.		-			-			1			1	
Hogna *gumia* (Petrunkevitch 1911)		-			-			3			3	
Hogna *pardalina* (Bertkau 1880)		4			-			3			7	
Hogna sp.1		1			-			-			2	
Lycosa inornata Blackwall 1862		2			-			-			1	
Lycosa tarantuloides Perty 1833		5			-			-			5	
Lycosa sp. 1		1			-			-			1	
Lycosa sp. 2		1			1			-			2	
Molitirosa molitor (Bertkau 1880)		-			1			-			1	
Pavocosa sp.		3			-			-			3	
Trochosa sp.		-			-			4			4	
Lycosinae sp.		-			59			133			192	
Lycosidae sp.		4			3			2			9	
Miturgidae	35	3	1	10	2	1	-	-	-	45	5	1
Teminius sp.		3			2			-			5	
Ochyroceratidae	-	-	-	-	-	-	3	1	1	3	1	1
Speocera sp.		-			-			1			1	
Oonopidae	16	-	-	30	1	1	46	7	3	92	8	4
Neoxyphinus sp.		-			-			4			4	
Oonops sp.		-			1			-			1	
Triaeris stenaspis Simon 1891		-			-			2			2	
Gamasomorphiinae sp.		-			-			1			1	
Oxyopidae	71	12	1	7	3	1	1	1	1	79	16	1
Oxyopes salticus Hentz 1845		12			3			1			16	
Palpimanidae	1	1	1	-	-	-	-	-	-	1	1	1
Otiothops recurvus Platnick 1976		1			-			-			1	
Philodromidae	4	3	2	3	2	1	4	1	1	11	6	3
Berlandiella sp.1		-			2			1			3	
Berlandiella sp.2		1			-			-			1	
Tibellus sp.		2			-			-			2	
Pholcidae	12	9	2	25	14	2	10	7	1	47	30	2
Ibotyporanga naideae Mello-Leitão 1944		7			13			7			27	
Mesabolivar sp.		2			1			-			3	
Prodidomidae	-	-	-	1	1	1	-	-	-	1	1	1
Lygromma sp.		-			1			-			1	
Salticidae	90	39	15	62	25	10	79	34	11	231	98	27
Aillutticus sp.		5			3			-			8	
Amatorculus sp.		1			1			-			2	
Amphidraus sp.1		3			9			13			25	
Amphidraus sp.2		-			-			8			8	
Aphirape sp.		3			-			-			3	
Breda apicalis Simon 1901		-			-			1			1	
Breda bistriata (C. L. Koch 1846)		-			-			1			1	
Breda sp.1		-			1			-			1	
Chira simoni Galiano 1961		-			1			-			1	
Chira sp.1		-			-			1			1	
Corythalia sp.		6			-			1			7	

Families / Species	Campo cerrado			Cerrado			Cerradão			Total		
	N	N_a	S	N	N_a	S	N	N_a	S	N	N_a	S
Freya sp.		1			1			2			4	
Hisukattus sp.		1			-			1			2	
Myrmarachne sp.		-			-			1			1	
Neonella sp.		1			-			-			1	
Semiopyla sp.1		3			-			-			3	
Semiopyla sp.2		-			-			3			3	
Sitticus sp.		3			-			-			3	
Sumampattus sp.		2			2			-			4	
Tamybelus sp.		-			4			2			6	
Thiodina sp.		-			1			-			1	
Freyinae sp.1		5			-			-			5	
Freyinae sp.2		-			1			-			1	
Freyinae sp.3		2			-			-			2	
Freyinae sp.4		1			1			-			2	
Sitticinae sp.		2			-			-			2	
Selenopidae	-	-	-	1	1	1	-	-	-	1	1	1
Selenopidae sp.		-			1			-			1	
Sparassidae	-	-	-	3	-	-	3	2	1	6	2	1
Olios sp.		-			-			2			2	
Theraphosidae	-	-	-	2	-	-	-	-	-	2	-	-
Theridiidae	44	8	5	156	64	4	141	69	5	341	141	8
Coleosoma floridanum (Banks 1900)		1			21			13			35	
Dipoena sp.		-			-			7			7	
Euryopis sp.1		3			42			43			88	
Euryopis sp.2		2			-			-			2	
Steatoda sp.		1			-			-			1	
Thymoites sp.		-			1			4			5	
Theridiidae sp.1		1			-			-			1	
Theridiidae sp.2		-			-			2			2	
Thomisidae	6	2	2	7	3	2	9	1	1	22	6	4
Synstrophius sp.		1			2			-			3	
Tmarus sp.1		-			-			1			1	
Tmarus sp.2		-			1			-			1	
Tmarus sp.3		1			-			-			1	
Titanoecidae	4	3	2	1	1	1	2	1	1	7	5	2
Goeldia luteipes (Keyserling 1891)		2			-			-			2	
Goeldia sp.		1			1			1			3	
Trechaleidae	-	-	-	1	1	1	-	-	-	1	1	1
Neoctenus comosus Simon 1897		-			1			-			1	
Trochanteridae	-	-	-	-	-	-	1	1	1	1	1	1
Trocantheria gomezi Canals 1933		-			-			1			1	
Zodariidae	212	146	3	305	211	2	192	163	2	709	520	3
Cybaeodamus sp.		8			-			-			8	
Leprolochus sp.		80			81			1			162	
Tenedos perfidus Jocqué & Baert 2002		58			130			162			350	
Total	**1025**	**453**	**62**	**1293**	**596**	**57**	**1159**	**556**	**62**	**3477**	**1605**	**112**

3. INFLUÊNCIA DA SAZONALIDADE NA COMUNIDADE DE ARANHAS NO SOLO DE UMA ÁREA DE CERRADO

Artigo 2. Seasonal influence on spiders in the ground of a Brazilian Savanna

(Artigo elaborado de acordo com o periódico Acta Oecologica)

A B S T R A C T

The Brazilian Savanna Ecoregion (Cerrado) is one of the richest biomes in the world, with a characteristic highly seasonal climate: a dry season between May and September and a rainy season from October through April. Ground-dwelling spiders from three phytophysiognomies, "campo cerrado", "cerrado" and "cerradão", were sampled using pitfall traps during two years, totaling 111 species and 3,529 individuals. Increased abundance and richness were observed during the wet season. Fifty-eight species were captured exclusively during this period whereas only nineteen were restricted to dry season. Two species were found during the entire year. The number of juveniles was higher than adults in all phytophysiognomies and species during both seasons. The peak of individuals was in October and April registered the lowest abundance. Overall sex ratio was in favor of males in all vegetation types sampled. Distinct climate variables affect differently spiders depending on the sex, age and vegetal physiognomy where they were collected. This study involved the longest time period regarding spider abundance and diversity on the ground of Brazilian Savannas. It also presented the first ecological data for *Tenedos perfidus*, an endemic species of this Ecoregion.

Keywords: Araneae, Brazil, Community Ecology, Seasonality.

1. Introduction

In studies discussing the richness and abundance of species, basic for work on conservation, it is very important to recognize the importance of seasonality (Wolda, 1988), but such studies have received little attention from environmentalists in the Tropics until recently (e.g., Rosenzweig, 1995). Although seasonal change in temperature tends to be minimal or absent in the Tropics, this is not to say that there are no seasons (Wolda, 1988). Rainy seasons alternate with one or two dry seasons each year. The seasonal nature of flora and fauna is determined by abiotic conditions including weather variables. But animals, due to behavioral characteristics, react in different ways both to the influence of abiotic as well as biotic factors. Some studies have demonstrated that seasonality can influence the abundance, growth rate and size of spiders (Gasnier et al., 2002; Gaston et al., 1993). Environmental characteristics also have a strong influence on habitat selection in the case of spiders (Uetz, 1991).

Spiders play an important role in many terrestrial ecosystems due to their predatory nature, abundance and ubiquity. They are at the top of the invertebrate trophic chain and, on the forest floor, these arachnids can regulate decomposer populations (Wise, 1993). In Savanna regions knowledge of the influence of seasonality on the araneofauna is still incipient. Some countries in Africa (e.g., Modiba et al., 2005; Russel-Smith, 2002) have well documented studies. Despite the fact that Brazilian Savannas (Cerrado Biome) are quite diverse (in species and micro-habitats, see Oliveira and Marquis, 2002 and Gottsberger and Silbebauer-Gottesberger, 2005) occupying 25% of Brazil`s territory, studies on spiders are rare and restricted to a single phytophysiognomy or guild (e.g., Rinaldi and Forti, 1996).

Considering the restricted number of studies in the Tropics regarding seasonal patterns and their influence on the life of spiders, the aim of this study was to investigate the hypothesis that seasonal diversity may affect spider species in Tropical areas. The Tropical Savanna is considered a hotspot (Myers et al., 2000) and one of the most endangered biomes of Brazil with great phytophysiognomic diversity. We intended to identify how seasonality affects patterns of distribution and the abundance of species during the year in distinct habitat types of Brazilian Savannas.

2. Methods

2.1 Study site

The present study was carried out at the Panga Ecological Station, an area of 404 hectares, located 30 kilometers south of the city of Uberlândia (19°11'10" S, 48°23'30' 'W), in the State of Minas Gerais, southeastern Brazil (Fig. 1).

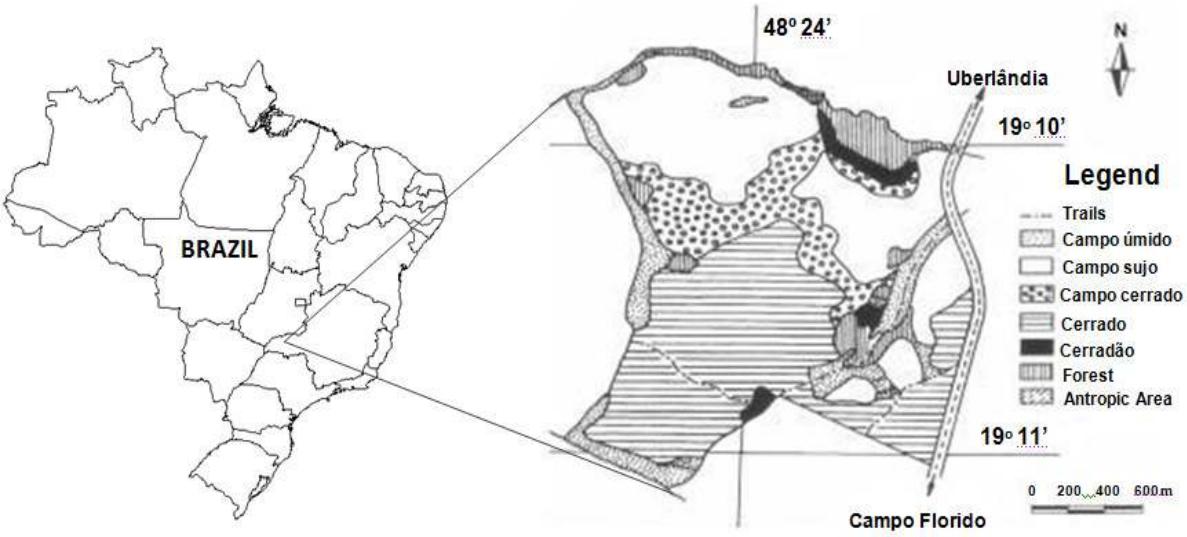

Fig. 1 - Location of the Panga Ecological Station, an area of preserved Brazilian Savanna - adapted from Schiavini and Araujo (1989).

It is located 800 meters above sea level and the climate is highly seasonal, with dry winters (from April through September) and rainy summers (from October through March). The average annual precipitation is 1500 mm. During the two years of the study local temperature and precipitation was recorded (Fig. 2).

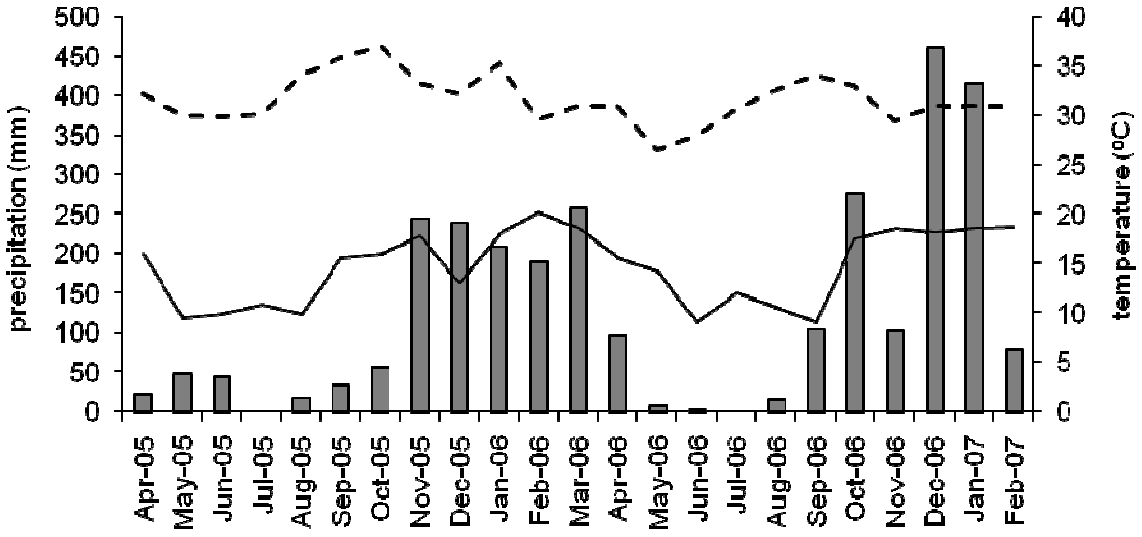

Fig. 2 - Climate data from the Panga Ecological Station, Minas Gerais, Brazil. (—) minimum temperature, (- -) maximum temperature and (bars) precipitation.

Three different Savanna formations: campo cerrado, cerrado and cerradão, were sampled. The campo cerrado is a phytophysiognomy characterized by the predominance of grassland with a scattering of shrubs and small trees. The cerrado vegetation is predominantly arboreal-shrub with an herbaceous stratum, 20-50% tree cover and an average tree height of three to six meters. The cerradão is almost closed woodland with crown cover of 50% to 90%, made up of trees, often three to eight meters or taller, casting considerable shade so that the surface exposure is reduced (Oliveira-Filho and Ratter, 2002).

2.2 *Field methodology*

Ground spiders were collected using pitfall traps. Each trap consisted of a plastic jar seven centimeters in diameter and 10 centimeters deep. They were inserted into the ground and filled, to approximately half, with 70% ethanol and glycerol. Each phytophysiognomy, an area of 2,592 m^2, was divided into 12 quadrants of 12 x 18 m. Every two months one quadrant of each habitat type was sampled using the traps spaced in five lines of eight traps each and distanced two meters between lines and between traps. They were left in the field for five days. Each quadrant was sampled only once. The total trapping effort involved 2,400 trapping days for each site, sampled between April, 2005 and February, 2007.

2.3 *Identification and statistical analysis*

All specimens were identified by family. Adults were numbered, sexed and identified for species when possible. For the analysis, BioEstat 5.0 was used (Ayres et al., 2007). Spider abundances were used in stepwise multiple regressions against the following components of local environment: maximum, minimum e medium temperature, relative humidity, total precipitation and maximum precipitation during 24 hours. For the analyses, data from the month of the collection as well as from one and two months before the collection were used in order to investigate the possibility of climatic variables on the araneofauna and, in a positive case, to know if the effect is immediate or occurs a *posteriori*. Voucher specimens were deposited in the Arachnida and Myriapoda Collection of the Instituto Butantan in São Paulo, Brazil (Curator: A.D. Brescovit).

3. Results

The species composition of the ground-dwelling spiders varied according to the habitat type as well as their distribution over the two years of the study. A total of 111 species, 31 families and 3,529 individuals were collected (Ap). Most of the spiders was collected during the wet season (N= 2,578 individuals and 90 species). In the dry season 951 individuals and 51 species were captured. Of the species sampled, 58 were restricted to the wet season whereas 19 were found exclusively during the dry season. Many families (N= 11, 35%) and species (N= 67, 60%) were represented by less than three individuals. Only two species were sampled in all of the 12 periods of collection, *Apopyllus silvestrii* Simon 1905 (N= 73) and Hahniidae sp 1 (N= 76). Twenty-nine percent of the spiders were captured in the campo cerrado, 37% in the cerrado and 34% in the cerradão.

Climate variables affect differently spiders depending on the sex, age and vegetal physiognomy where they were collected (Table 1). Total abundance of spiders was seen to be affected primarily by relative humidity two months before the collection, however, in cerradão, climatic changes on the current month also influenced the spiders. Richness and males were affected by different climate variables depending on the habitat type. Females from the three habitat types were influenced mainly by maximum temperature and maximum precipitation in a period of 24h during the month of the collection. Juveniles in cerrado and cerradão were affected by distinct climatic factors from two months before the collection. Juveniles in campo cerrado, richness in campo cerrado and males in cerradão were not affected by the climate variables.

Table 1 - Significant relationships between spiders of the ground of three phytophysiognomies of Brazilian savanna and climate variables (maximum, medium and minimum temperature, relative humidity, total precipitation and maximum precipitation in a period of 24h) one and two months before the collection and of the current month of data collection, through multiple linear regression stepwise.

Habitat type	Group	R	F	p	Climate variable (s)
campo cerrado	Total abundance	0.8170	9.0367	0.0073	two months before: relative humidity + total prec.
	Richness	0.5891	5.3156	0.0421	current month: max. prec. in 24h
		0.5902	5.3462	0.0416	two months before: max. temp.
	Males	0.8622	7.7220	0.0099	two months before: relative humidity + min. temp. + max. prec. in 24h
	Females	0.6692	8.1125	0.0167	current month: max. prec. in 24h
	Juveniles	---	---	---	ns
Cerrado	Total abundance	0.7611	13.7675	0.0043	two months before: relative humidity
		0.8035	8.1993	0.0096	two months before: relative humidity + min. temp.
	Richness	---	---	---	ns
	Males	0.7432	5.5512	0.0266	current month: max. temp. + max. prec. in 24h
		0.7294	5.1172	0.0324	one month before: max. temp. + relative humidity
		0.7049	4.4454	0.0448	two months before: min. temp + relative humidity
	Females	0.7875	7.3476	0.0129	current month: max. temp. + max. prec. in 24h
		0.6011	5.6581	0.0371	two months before: relative humidity
	Juveniles	0.8522	11.9341	0.0033	two months before: relative humidity + max. temp.
		0.8697	8.2778	0.0082	two months before: relative humidity + max. temp. + medium temp.
Cerradão	Total abundance	0.8415	6.4704	0.0159	current month: max. temp. + max. prec. in 24h + total prec.
		0.6440	7.0869	0.0228	two months before: relative humidity
	Richness	0.7206	10.7996	0.0082	current month: max. temp.
		0.7789	4.1129	0.0486	one month before: min. temp. + max. temp. + relative humidity
		0.6525	7.4171	0.0206	two months before: min. temp.
	Males	---	---	---	ns
	Females	0.6157	6.1047	0.0317	current month: max. temp.
	Juveniles	0.8170	9.0367	0.0073	two months before: relative humidity + total prec.
		0.9270	7.3282	0.0164	two months before: relative humidity + total prec. + max. prec. in 24h + max. temp. + min. temp.

Significant = $p \leq 0.05$ ns = no significant relationship

The number of juveniles in general was higher than adults in all habitat types and seasons with the exception of the wet season in the cerrado and cerradão. During the two years of the study, the peak number of males was in October (N= 1,131), except in the campo cerrado which had a peak in December during the first year (Fig. 3).

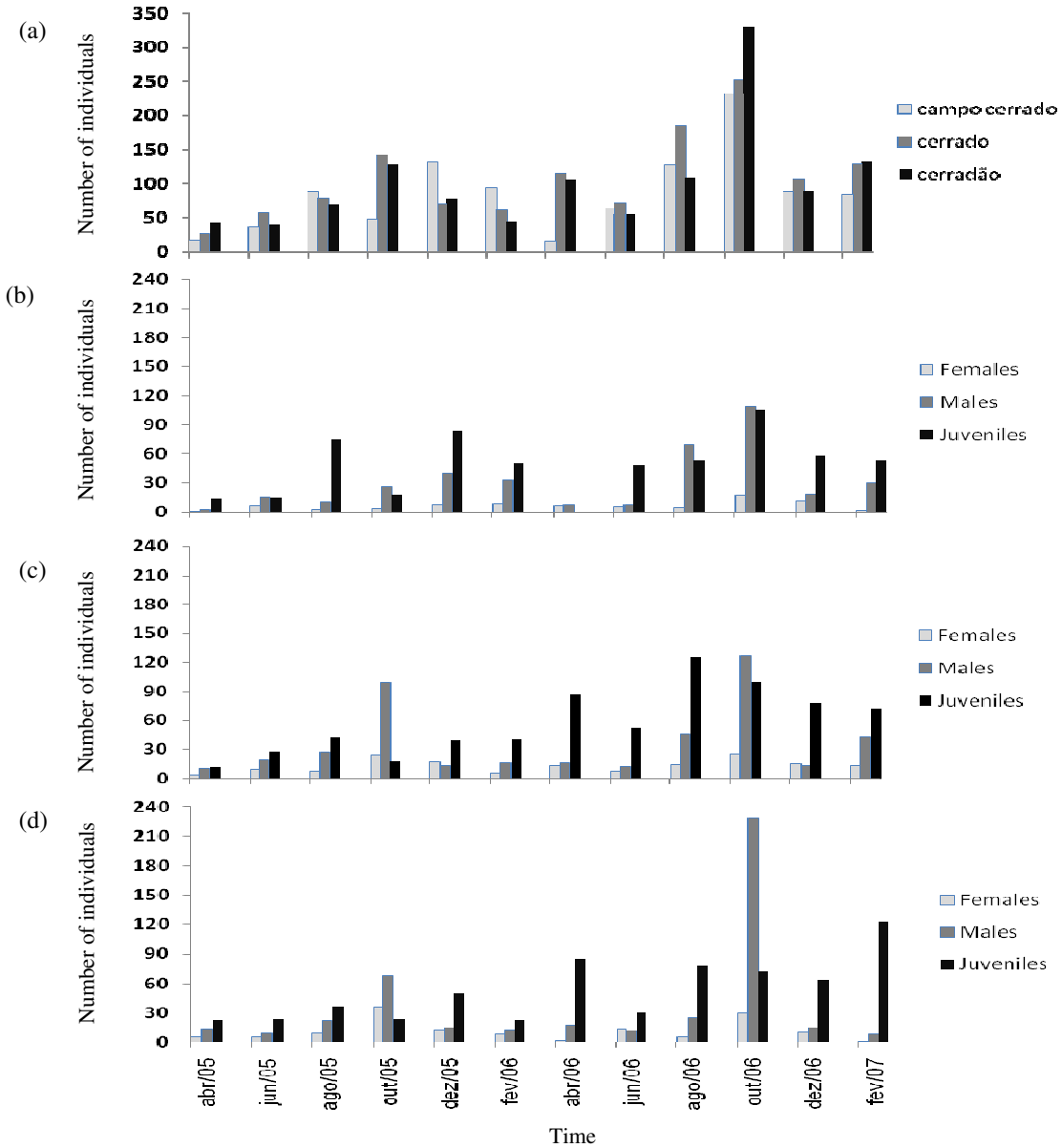

Fig. 3 - Total abundance of individuals in three phytophysiognomies of Brazilian Savanna studied (a) and abundance of females, males and juveniles per area. (b) campo cerrado, (c) cerrado and (d) cerradão.

Abundance of females did not change significantly during the two years. During the first year, the lowest abundance of juveniles was recorded in October and, over the second

year, reduced abundance was noticed in April in the campo cerrado, and in June for the other two habitat types. In general, April was the month of the lowest abundance of spiders (N= 265). Smaller peaks were observed among the three habitat types for males, females and juveniles.

In the campo cerrado, 71% of the spiders were recorded during the wet season. Both dry and wet seasons had a higher proportion of juveniles than adults (58% and 55% respectively). The same occurred in the cerrado, where more individuals were registered during wet season (70%) but the largest proportion of juveniles was during dry season (64%). In the cerradão, the same pattern was found, more spiders were observed during the wet season (78%) and a major proportion of juveniles in the dry season (62%).

The overall sex ratio of adult spiders was mostly in favor of males (1.00 male: 0.27 female). When the eight most common families were analyzed separately, the result was a strong numerical dominance of Zodariidae males during the wet season in all areas (N = 117 in campo cerrado, 174 in cerrado and 153 in cerradão), which influenced the overall sex ratio (Fig. 4). In general, both dry and wet seasons presented high proportion of males. Nevertheless, during dry season, lycosids and hahniids (campo cerrado and cerrado), and corinnids (campo cerrado), presented more females than males. It also happened to hahniids collected during wet season in cerradão.

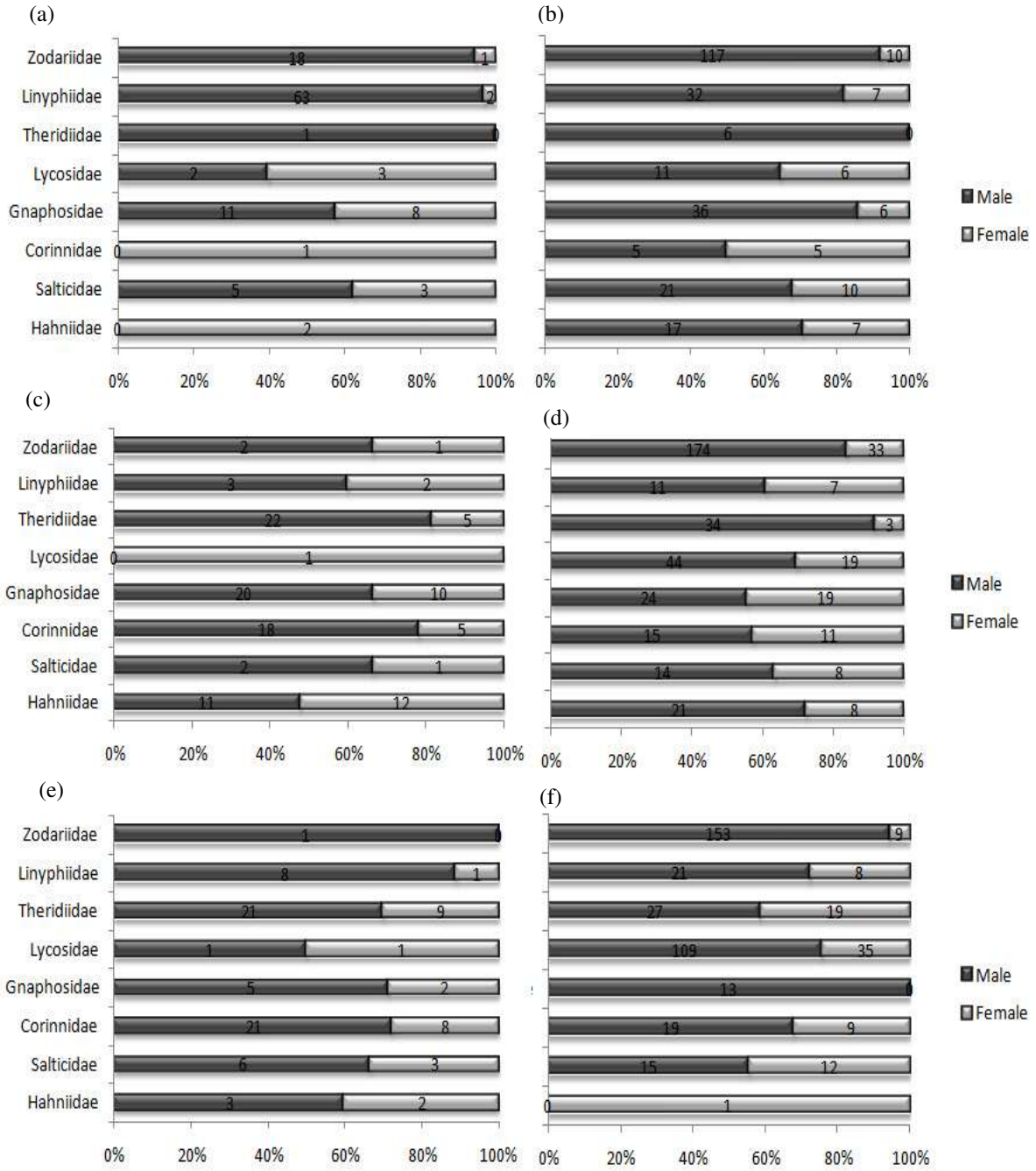

Fig. 4 - Proportion of males and females of the most common families of spiders found on the ground of the Panga Ecological Station, Minas Gerais, Brazil, in three distinct vegetal physiognomies: "campo cerrado" (a and b), "cerrado" (c and d) and "cerradão" (e and f) during dry (a, c and e) and wet season (b, d and f).

In campo cerrado, sex ratio was 1.00 male: 0.20 females in dry season and 1.00 male: 0.23 female in wet season. In cerrado, it was found 1.00 male: 0.35 female in dry season and 1.00 male: 0.34 female in wet season. In cerradão, 1.00 male: 0.48 female was sampled in dry season and 1.00 male: 0.28 female during wet season. No significant differences were found between the sex ratio in three vegetation types ($F = 6.4040$, $p = 0.0578$) nor between the seasons ($F = 0.7152$, $p = 0.5445$).

In the campo cerrado, the most abundant families were Lycosidae (N= 220, 21%), Zodariidae (N= 212, 21%) and Linyphiidae (N= 115, 11%). The three most abundant species accounted for 22% of the total individuals. They were: Linyphiidae sp 2 (N= 82, 8%) with a peak in February (N= 19) and another in August (N= 58); *Leprolochus* sp (N= 80, 8%) found during most of the year, with higher abundance in the wet season from October to February (N= 68) and *Tenedos perfidus* Jocqué & Baert 2002 (N= 58, 6%) sampled only in October (N= 56) and December (N= 2).

The most abundant families in the cerrado were: Zodariidae (N= 305, 24%), Lycosidae (N= 268, 21%) and Theridiidae (N= 156, 12%). The species with the highest frequency of individuals totaled 21%: *Tenedos perfidus* (N= 130, 10%), with a peak in October (N= 116) and some specimens found in August (N= 3) and December (N= 11); followed by *Leprolochus* sp (N= 81, 6%) collected from August (N= 1) to February (N= 46) and Lycosinae sp (N= 59, 5%) sampled from August to December, with a peak number of individuals in October (N= 55).

In the cerradão, Lycosidae (N= 334, 28%), Zodariidae (N= 192, 16%) and Corinnidae (N= 160, 13%) were the most abundant families. The species which accounted for more individuals (33%) were: *Tenedos perfidus* (N= 162, 13%), with a peak in October

(N= 158); Lycosinae sp (N= 133, 11%) found only in October (N= 129) and December (N= 4) and *Euryopis* sp. 1 (N= 43, 4%) registered in almost all periods of collection with more specimens from August to February (N= 35).

The most abundant species of this study was *Tenedos perfidus*, which occurs in all phytophysiognomies, with an increase in abundance with the complexity of the environment (N= 58 in campo cerrado, 130 in cerrado and 162 in cerradão). It was preferably found during the wet season (N= 347) than in the dry season (N= 2 males and 1 female in cerrado) and its distribution over the year in each one of the habitat types was described above. Males dominated the sample (N=312). Sex ratio varied from 1.00 male: 0.12 female during wet season to 1.00 male: 0.50 female during dry season.

4. Discussion

Seasonal variation seems to be partially influential on the abundance, distribution and richness of spider species in the study area of the Brazilian Savanna. The impact of seasonality on ground-dwelling spiders varied within the habitat type. In general, a delayed effect of the climatic conditions exerted more effects on the spider population than current conditions. As has been reported, a severe dry season in the tropics, as observed in Brazilian Savanna, can reduce the abundance of arthropods (Janzen and Schoener, 1968; Janzen, 1973).

The quantity and quality of litter as well as other factors, vary within phytophysiognomies, from almost nothing in the campo cerrado to a complex spectrum in the cerradão (Oliveira-Filho and Ratter, 2002). Bultman and Uetz (1982) separated the

effects of forest litter as a nutritional base for spider prey from its role as a spatially complex substrate, by the use of artificial leaves. Web-builders were more abundant in structured artificial litter while hunting spiders preferred prey-rich natural litter. Plant species of the cerrado have a great diversity of phenological strategies, thus, different species of herbivorous insects peak in abundance depending upon the time of year that the resource they exploit is most abundant (Pinheiro et al., 2002). This fact can explain the small peaks of individuals noticed over the year in all habitat types, representing seasonal increases in different spider species.

The higher proportion of adults trapped during wet season and of juveniles in the dry season indicates that many species have their period of reproduction during the wet season, mainly in October, which requires males move about more and, consequently, to be more frequently captured. In the first year of study there was no marked peak in seasonal male abundance, probably because the heavy rains started late, in November. During the second year, precipitation was normal (starting in September) and animals, mainly males, presented marked peaks of abundance in October.

The overall sex ratio of adult spiders also changed over the year. Male dominance was expected since it is known that pitfall trapping data more accurately represents the intensity of activity of these animals than their abundance (Adis, 2002). However, with exception of four families, the sex ratio varied with the sampling period, presenting more males during wet season than in the dry season, demonstrating the great variety of strategies practiced among the community observed.

Despite Zodariidae and Lycosidae dominating the samples in all three phytophysiognomies, the species within each habitat were different. The only exception

was *Tenedos perfidus* (Zodariidae), found in all phytophysiognomies. The high abundance of this species is one of the most important findings of this study because this is an endemic species of Brazilian Savanna and can be used in future studies as a reference-species of this area. Available data about biology and ecology of this species in the literature are only these presented in this study. To the present only a description of *Tenedos perfidus* has been presented in the literature (Jocqué and Baert, 2002).

The present study found distinct compositions of spider species in the three habitat types sampled, with seasonal distribution and variations in sex ratios throughout the year. There were effects of climatic variables, notably humidity but many other factors need to be investigated including the diversity of strategies practiced by the animals, vegetative characteristics, prey availability and natural enemies. This is the first long term study investigating spider diversity and its relation with seasonal variation and substrate use in the Brazilian tropical Savannas. The authors hope that it will stimulate increased and more elaborate research in the future.

REFERENCES

Adis, J., 2002. Recommended sampling techniques. In: Adis, J. (Ed.), Amazonian Arachnida and Myriapoda. Pensoft Publishers, Sofia, Bulgaria,pp. 555-576.

Ayres, M., Ayres Júnior, M., Ayres, D.L., Santos, A.A., 2007. BioEstat 5.0 –Aplicações estatísticas nas áreas das ciências biomédicas. Ong Mamiraua. Belém, Pará.

Bultman, T.L., Uetz, G.W., 1982. Abundance and community structure of forest floor spiders following litter manipulation. Oecologia 55, 34-41.

Gasnier, T.R., Torres-Sanchez, M.P., Azevedo, C.S., HÖFER, H., 2002. Adult size of eight hunting spider species in central Amazonia: temporal variations and sexual dimorphisms. Journal of Arachnology 30, 146-154.

Gaston, H.J., Blackburn, T.M., Hammond, P.M., Stork, N.E., 1993. Relationships between abundance and body size: where do tourists fit? Ecological Entomology 18, 310-314.

Janzen, D.H., 1973. Sweep samples of tropical foliage insects: effects of seasons, vegetation types, elevation, time of the day, and insularity. Ecology 54, 687-702.

Janzen, D.H., Schoener, T.W., 1968. Differences in insect abundance and diversity between wetter and drier sites during a tropical dry season. Ecology 49, 96-110.

Jocqué, R., BAERT, L., 2002. A revision of the neotropical genera *Tenedos* O.P.-Cambridge and *Ishania* Chamberlin (Araneae, Zodariidae). Bulletin de L'institut Royal des Sciences Naturelles de Belgique, Entomologie 72, 67-173.

Modiba, M.A., Dippenaar, S.M., Dippenaar-Schoeman, A.S., 2005. A checklist of spiders from Sovenga Hill, an inselberg in the Savanna Biome, Limpopo Province, South Africa (Arachnida: Araneae). Koedoe 48, 109-115.

Myers, N., Mittermeier, R.A., Mittermeier, C.G., da Fonseca, G.A.B., Kent, J., 2000. Biodiversity hotspots for conservation priorities. Nature 403, 853-858.

Nentwig, W., 1993. Spiders of Panama: biogeography, investigation, phenology, check list, key and bibliography of a tropical spider fauna. Sandhill Crane Press Inc., Gainesville, Florida, USA.

Oliveira-Filho, A.T., Ratter, J.A., 2002. Vegetation physiognomies and woody flora of the cerrado biome. In: Oliveira, P.S., Marquis, R.J. (Eds), The cerrados of Brazil: ecology and natural history of a neotropical savanna. Columbia University Press, New York, USA, pp. 91-120.

Pinheiro, F., Diniz, I.R., Coelho, D., Bandeira, M.P.S., 2002. Seasonal pattern of insect abundance in the Brazilian cerrado. Austral Ecology 27, 132-136.

Rinaldi, I.M.P., Forti, L.C., 1996. Strategies for habitat use among species of hunting spiders (Araneomorphae, Dionycha) in natural and artificial biotopes from southeastern Brazil. Acta Biologica Paranaense 25, 115–139.

Rosenzweig, M.L., 1995. Species diversity in space and time. Cambridge University Press, Cambridge.

Russel-Smith, A., 2002. A comparison of the diversity and composition of ground-active spiders in Mkomazi Game Reserve, Tanzania and Etosha National Park, Namibia. Journal of Arachnology 30, 383–388.

Schiavini, I., Araujo, G.M., 1992. Considerações sobre a vegetação da Reserva Ecológica do Panga (Uberlândia). Sociedade e Natureza 1, 61–66.

Wise, D.H., 1993. Spiders in ecological webs. Cambridge University Press, Cambridge.

Wolda, H. 1988. Insect seasonality: why? Annual Review of Ecology and Systematics 19, 1-18.

Appendix

Number of families and species of ground-dwelling spiders of three distinct phytophysiognomies of a Brazilian Savanna during dry (May - September) and wet seasons (October – April).

Families / Species	campo cerrado				cerrado				cerradão				Total			
	dry season		wet season		dry season		wet season		dry season		wet season		dry season		wet season	
	A	J	A	J	A	J	A	J	A	J	A	J	A	J	A	J
Anyphaenidae	0	0	0	0	0	1	1	0	0	0	3	1	0	1	4	1
Aysha sp.	0		0		0		1		0		3		0		4	
Barychelidae	0	0	0	9	0	1	0	2	0	0	0	6	0	1	0	17
Caponiidae	0	6	1	4	2	7	4	17	1	6	7	19	3	19	12	40
Caponina notabilis (Mello-Leitão 1939)	0		1		1		1		0		1		1		3	
Nops sp.	0		0		1		3		1		6		2		9	
Clubionidae	0	0	0	0	0	0	1	0	0	0	0	0	0	0	1	0
Elaver brevipes (Keyserling 1891)	0		0		0		1		0		0		0		1	
Corinnidae	1	5	10	5	23	7	27	29	29	7	28	96	53	19	65	130
Abapeba rioclaro Bonaldo 2000	0		0		0		1		0		0		0		1	
Attacobius sp.	0		0		0		0		0		3		0		3	
Castianeira sp.1	0		1		2		5		0		3		2		9	
Castianeira sp.2	0		1		11		8		12		14		23		23	
Castianeira sp.3	0		0		1		3		9		3		10		6	
Falconina sp.	1		2		1		6		0		1		2		9	
Mazax sp.	0		0		0		3		1		1		1		4	
Orthobula sp.	0		5		8		1		7		3		15		9	
Trachelinae sp.	0		1		0		0		0		0		0		1	
Ctenidae	0	9	0	5	0	8	2	30	4	3	0	25	4	20	3	60
Ctenus taeniatus (Keyserling 1891)	0		0		0		1		1		0		1		1	
Isoctenus sp.1	0		0		0		0		2		0		2		0	
Isoctenus sp.2	0		0		0		0		1		0		1		0	
Phoneutria nigriventer (Keyserling 1891)	0		0		0		2		0		0		0		2	
Dictynidae	1	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	1	0	0	0
Dictyna sp.1	1		0		0		0		0		0		1		0	
Dipluridae	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	1	0	0	0	1
Gnaphosidae	19	13	42	33	29	16	43	38	7	7	13	29	55	36	98	100
Apopyllus sp.1	4		6		6		21		0		10		10		37	
Apopyllus silvestrii (Simon 1905)	14		33		4		21		1		0		19		54	
Camillina cordoba Platnick & Murphy 1987	0		1		17		1		4		2		21		4	
Camillina sp.1	0		2		1		0		2		0		3		2	
Cesonia sp.	1		0		0		0		0		0		1		0	
Vectius niger (Simon 1880)	0		0		1		0		0		1		1		1	
Hahniidae	2	0	24	5	23	5	24	4	3	0	3	0	28	5	51	9
Hahniidae sp.1	2		24		23		21		3		3		28		48	
Hahniidae sp.2	0		0		0		3		0		0		0		3	
Hersiliidae	0	0	1	0	0	0	1	1	0	0	0	0	0	0	2	1
Iviraiva argentina (Mello-Leitão 1942)	0		1		0		1		0		0		0		2	
Linyphiidae	65	3	39	8	5	25	18	17	9	16	29	25	79	44	86	50
Linyphiidae sp.1	4		13		4		13		1		13		9		39	
Linyphiidae sp.2	60		22		1		3		2		4		63		29	

Families / Species	campo cerrado				cerrado				cerradão				Total			
	dry season		wet season		dry season		wet season		dry season		wet season		dry season		wet season	
	A	J	A	J	A	J	A	J	A	J	A	J	A	J	A	J
Linyphiidae sp.3	0		0		0		1		4		0		4		1	
Linyphiidae sp.4	0		0		0		0		1		0		1		0	
Linyphiidae sp.5	1		0		0		0		0		0		1		0	
Linyphiidae sp.6	0		0		0		1		0		10		0		11	
Linyphiidae sp.7	0		3		0		0		1		0		1		3	
Linyphiidae sp.8	0		1		0		0		0		1		0		2	
Linyphiidae sp.9	0		0		0		0		0		1		0		1	
Lycosidae	5	71	17	127	1	80	63	124	2	89	144	99	8	240	224	350
Aglaoctenus lagotis (Holmberg 1876)	0		1		0		0		0		0		0		1	
Artcosa sp.	0		0		0		0		1		0		1		0	
Hogna gumia (Petrunkevitch 1911)	0		0		0		0		0		3		0		3	
Hogna pardalina (Bertkau 1880)	0		4		0		0		0		3		0		7	
Hogna sp.1	0		1		0		0		0		0		0		1	
Lycosa inornata (Blackwall 1862)	0		2		0		0		0		0		0		2	
Lycosa tarantuloides (Perty 1833)	3		2		0		0		0		0		3		2	
Lycosa sp. 1	1		0		0		0		0		0		1		0	
Lycosa sp. 2	1		0		0		1		0		0		1		1	
Molitirosa molitor (Bertkau 1880)	0		0		0		1		0		0		0		1	
Pavocosa sp.	0		3		0		0		0		0		0		3	
Trochosa sp.	0		0		0		0		0		4		0		4	
Lycosinae sp.	0		0		1		58		0		133		1		191	
Lycosidae sp.	0		4		0		3		1		1		1		8	
Miturgidae	0	10	3	22	0	2	2	6	0	0	0	0	0	12	5	28
Teminius sp.	0		3		0		2		0		0		0		5	
Ochyroceratidae	0	0	0	0	0	0	0	0	1	0	0	2	1	0	0	2
Speocera sp.	0		0		0		0		1		0		1		0	
Oonopidae	0	11	0	5	0	4	1	24	1	2	6	37	1	17	7	66
Neoxyphinus sp.	0		0		0		0		0		4		0		4	
Oonops sp.	0		0		0		1		0		0		0		1	
Triaeris stenaspis Simon 1891	0		0		0		0		0		2		0		2	
Gamasomorphiinae sp.	0		0		0		0		1		0		1		0	
Oxyopidae	0	12	13	47	0	3	3	1	0	0	1	0	0	15	17	48
Oxyopes salticus Hentz 1845	0		13		0		3		0		1		0		17	
Palpimanidae	0	0	1	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	1	0
Otiothops recurvus Platnick 1976	0		1		0		0		0		0		0		1	
Philodromidae	3	0	0	1	0	1	2	0	0	0	1	3	3	1	3	3
Berlandiella sp.1	0		0		0		2		0		1		0		3	
Berlandiella sp.2	1		0		0		0		0		0		1		0	
Tibellus sp.	2		0		0		0		0		0		2		0	
Pholcidae	1	2	8	1	5	3	9	6	2	1	6	2	8	6	23	9
Ibotyporanga naideae (Mello-Leitão 1944)	1		6		5		8		2		6		8		20	
Mesabolivar sp.	0		2		0		1		0		0		0		3	
Prodidomidae	0	0	0	0	0	0	1	0	0	0	0	0	0	0	1	0
Lygromma sp.	0		0		0		1		0		0		0		1	
Salticidae	8	14	30	37	3	9	22	28	9	6	27	40	20	29	79	105
Aillutticus sp.	0		5		0		3		0		0		0		8	
Amatorculus sp.	1		0		0		1		0		0		1		1	
Amphidraus sp.1	1		1		0		9		3		12		4		22	

Families / Species	campo cerrado				cerrado				cerradão				Total			
	dry season		wet season		dry season		wet season		dry season		wet season		dry season		wet season	
	A	J	A	J	A	J	A	J	A	J	A	J	A	J	A	J
Amphidraus sp.2	0		0		0		0		0		8		0		8	
Aphirape sp.	0		3		0		0		0		0		0		3	
Breda apicalis Simon 1901	0		0		0		0		0		1		0		1	
Breda bistriata (C. L. Koch 1846)	0		0		0		0		0		1		0		1	
Breda sp.1	0		0		0		1		0		0		0		1	
Chira simoni Galiano 1961	0		0		1		0		0		0		1		0	
Chira sp.	0		0		0		0		0		1		0		1	
Corythalia sp.	0		6		0		0		1		0		1		6	
Freya sp.	0		1		1		0		2		0		3		1	
Hisukattus sp.	0		1		0		0		0		1		0		2	
Myrmarachne sp.	0		0		0		0		0		1		0		1	
Neonella sp.	0		1		0		0		0		0		0		1	
Semiopyla sp.1	0		3		0		0		0		0		0		3	
Semiopyla sp.2	0		0		0		0		3		0		3		0	
Sitticus sp.	0		3		0		0		0		0		0		3	
Sumampattus sp.	0		2		0		2		0		0		0		4	
Tamybelus sp.	0		0		0		4		0		2		0		6	
Thiodina sp.	0		0		0		1		0		0		0		1	
Freyinae sp.1	5		0		0		0		0		0		5		0	
Freyinae sp.2	0		0		1		0		0		0		1		0	
Freyinae sp.3	0		2		0		0		0		0		0		2	
Freyinae sp.4	0		1		0		1		0		0		0		2	
Sitticinae sp.	1		1		0		0		0		0		1		1	
Selenopidae	0	0	0	0	1	0	0	0	0	0	0	0	1	0	0	0
Selenopidae sp.	0		0		1		0		0		0		1		0	
Sparassidae	0	0	0	0	0	2	0	1	2	1	0	0	2	3	0	1
Olios sp.	0		0		0		0		2		0		2		0	
Theraphosidae	0	0	0	0	0	0	0	2	0	0	0	0	0	0	0	2
Theridiidae	1	3	7	33	46	42	18	50	30	3	46	69	77	48	71	152
Coleosoma floridanum Banks 1900	1		0		19		2		14		3		34		5	
Dipoena sp.	0		0		0		0		5		5		5		5	
Euryopis sp.1	0		3		27		15		11		32		38		50	
Euryopis sp.2	0		2		0		0		0		0		0		2	
Steatoda sp.	0		1		0		0		0		0		0		1	
Thymoites sp.	0		0		0		1		0		4		0		5	
Theridiidae sp.1	0		1		0		0		0		0		0		1	
Theridiidae sp.2	0		0		0		0		0		2		0		2	
Thomisidae	0	2	2	2	0	1	3	4	0	2	1	6	0	5	6	12
Synstrophius sp.	0		1		0		2		0		0		0		3	
Tmarus sp.1	0		0		0		0		0		1		0		1	
Tmarus sp.2	0		0		0		1		0		0		0		1	
Tmarus sp.3	0		1		0		0		0		0		0		1	
Titanoecidae	0	1	3	0	0	0	1	0	0	1	1	0	0	2	5	0
Goeldia luteipes (Keyserling 1891)	0		2		0		0		0		0		0		2	
Goeldia sp.	0		1		0		1		0		1		0		3	
Trechaleidae	0	0	0	0	0	0	1	0	0	0	0	0	0	0	1	0
Neoctenus comosus Simon 1897	0		0		0		1		0		0		0		1	
Trochanteridae	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	1	0	0	0	1	0

Families / Species	campo cerrado				cerrado				cerradão				Total			
	dry season		wet season		dry season		wet season		dry season		wet season		dry season		wet season	
	A	J	A	J	A	J	A	J	A	J	A	J	A	J	A	J
Trocantheria gomezi Canals 1933	0		0		0		0		0		1		0		1	
Zodariidae	19	9	127	57	4	32	207	62	1	18	162	11	24	59	496	130
Cybaeodamus sp.	8		0		0		0		0		0		8		0	
Leprolochus sp.	11		69		1		80		1		0		13		149	
Tenedos perfidus Jocqué & Baert 2002	0		58		3		127		0		162		3		347	
Total	125	171	328	401	142	249	454	446	101	163	479	470	368	583	1261	1317
	296		729		391		900		264		949		951		2578	
	1025				1291				1213				3529			

4. ESTRUTURA DA COMUNIDADE DE ARANHAS NO SOLO DE DIFERENTES FITOFISIONOMIAS DE CERRADO

Resumo

As aranhas podem ser agrupadas em guildas de acordo com o seu horário de atividade, modo de caça, estrato do habitat que utilizam, dentre outras características. Nesse estudo, as aranhas que se utilizam do solo do cerrado são agrupadas em guildas de acordo com a sua estratégia de forrageamento e o estrato do ambiente em que podem ocorrer a fim de avaliar a hipótese de que o solo de distintas fisionomias de Cerrado abriga diferentes estruturas de comunidade de aranhas. Três fitofisionomias (*campo cerrado, cerrado* e *cerradão*) foram amostradas por armadilhas de queda do tipo pitfall. Dados sobre a quantidade de serapilheira sobre o solo e o sombreamento deste também foram coletados. Foram encontrados 3529 indivíduos pertencentes a 31 famílias as quais foram divididas em oito guildas. Aranhas "caçadoras ativas de solo" foram maioria nos três tipos de habitats. "Tecelãs" foram comuns no cerrado e cerradão. Aranhas que fazem "tocaia" ocorreram em menor número. Houve variação quanto ao número de indivíduos que se utiliza de cada tipo de estratégia de forrageamento nas três fitofisionomias. A estrutura da comunidade também variou dentro de cada tipo de habitat de acordo com a época do ano. O número de indivíduos por guilda foi maior na estação chuvosa em todos os habitats. O número de indivíduos das guildas "caçadoras ativas de solo", "caçadoras ativas de solo e vegetação", e "tecelãs de solo" foram dependentes da quantidade de serapilheira. Já as "tecelãs de solo e vegetação" do campo cerrado, as "caçadoras ativas de solo", as "caçadoras ativas de solo e vegetação" e "tocaia em vegetação" do cerrado, as "caçadoras de vegetação", "caçadoras de solo e vegetação", "tocaia em solo" e "tecelãs de solo" do cerradão foram dependentes do nível de sombreamento do solo.

Introdução

Apesar de muitas aranhas serem predadores generalistas, distintas espécies podem apresentar diferentes níveis de acuidade visual, tolerância a luminosidade, sombreamento, temperatura e umidade, assim como apresentar diversidade em estratégias de forrageamento e comportamento reprodutivo (Uetz 1977). Esta variedade de características fisiológicas, morfológicas e comportamentais se traduz na necessidade de microhabitats distintos (Hatley & MacMahon 1980), que serão explorados de forma diferente. As espécies que partilham grande parte dessas características, geralmente são agrupadas pelos pesquisadores em uma mesma guilda ecológica (Souza 2007).

Estudos sobre guildas de aranhas indicam que elas tendem a ser influenciadas primariamente pela diversidade estrutural do habitat e secundariamente pela disponibilidade e abundância de presas (Halaj *et al.* 1998, 2000). No solo, podem ser afetadas pela composição, altura e estrutura da serapilheira, que em áreas tropicais é um ambiente pouco conhecido e constitui a base da cadeia alimentar (Höfer *et. al.* 1996). Na ecologia atual, a utilização de grupos funcionais e não somente taxonômicos em estudos comparativos é apontada como importante ferramenta para compreender melhor o funcionamento do sistema em que estão inseridos (Bultman & Uetz 1982).

As aranhas de solo são consideradas como uma "super-guilda" por alguns autores (*e.g.* Bultman & Uetz 1982) e nesses estudos são dividas em guildas dependendo do método específico que utilizam para a captura de presas e/ou do estrato da vegetação utilizado e período de atividade (Souza 2007). No Cerrado (savana tropical do Brasil), a diversidade, taxonomia e formação de guildas em aranhas é praticamente desconhecida

(*e.g.* Oliveira & Marquis, 2002). Esse bioma é um dos mais ameaçados do Brasil, sendo considerado um hotspot mundial para conservação (Myers *et al.* 2000).

Devido ao Cerrado apresentar grande diversidade fitofisionômica, no presente estudo foi avaliada a hipótese de que distintas fisionomias abrigam diferentes estruturas de comunidades de aranhas de solo.

Material e Métodos

Área de estudo

O presente estudo foi conduzido em áreas preservadas de Cerrado da Estação Ecológica do Panga, localizada em Uberlândia, MG, pertencente à Universidade Federal de Uberlândia. A Estação ocupa uma área de 409,5 ha (19º09' - 19º11' S e 48º23' - 48º24' W) e apresenta altitude média de 800 m.

O Bioma Cerrado caracteriza-se pela presença de invernos secos e verões chuvosos, com média anual de precipitação da ordem de 1500 mm, variando de 750 a 2000 mm. As chuvas são praticamente concentradas de outubro a março (estação chuvosa) e a temperatura média do mês mais frio é superior a 18ºC (Ribeiro e Valter 1998).

São descritos onze tipos fisionômicos gerais para o Cerrado, enquadrados em formações florestais (mata ciliar, mata de galeria, mata seca e cerradão), savânicas (cerrado sentido restrito, parque cerrado, palmeiral e vereda) e campestres (campo sujo, campo rupestre e campo limpo) (Ribeiro e Valter 1998). As fitofisionomias amostradas neste estudo foram: campo sujo, cerrado sentido restrito e cerradão. O campo sujo é um tipo fisionômico exclusivamente herbáceo-arbustivo, com arbustos e sub-arbustos esparsos. Já o cerrado sentido restrito caracteriza-se pela presença de árvores baixas, inclinadas, tortuosas,

com ramificações irregulares e retorcidas, e geralmente com evidências de queimadas. O cerradão é uma formação florestal com espécies do cerrado sentido restrito e espécies de mata. Apresenta dossel predominantemente contínuo e cobertura arbórea que pode ocilar de 50 a 90%. A altura média do estrato arbóreo varia de 8 a 15 metros, proporcionando condições de luminosidade que favorecem à formação de estratos arbustivo e herbáceo diferenciados (Oliveira-Filho & Ratter 2002).

Coleta de dados

As coletas foram realizadas bimestralmente de abril de 2005 a fevereiro de 2007. Para cada fitofisionomia foi amostrada uma área de 2592m^2. Cada área foi dividida em 12 parcelas (12 x 18 m), sendo amostrada apenas uma parcela por evento de coleta. Em cada parcela foram montadas 40 armadilhas de solo do tipo pitfall distribuídas em oito fileiras de cinco armadilhas cada, com distância de dois metros entre fileiras e entre armadilhas.

Cada armadilha era composta de um pote plástico 500 ml, com abertura de 7 cm de diâmetro e 10 cm de profundidade enterrado ao nível do solo. Este continha 300 ml de álcool 70%, 5 ml de detergente e 5 ml de formol 10%. O pote foi coberto por um prato de plástico, 10 cm acima o solo, suspenso por palitos de madeira. Após cinco dias de permanência no campo, as armadilhas foram retiradas e o material recolhido foi triado e identificado.

Para cada fitofisionomia, foram coletadas amostras de serapilheira e medido o nível de sombreamento do solo nos períodos seco e chuvoso, a fim de comparação entre as áreas e entre épocas do ano. Para amostrar a serapilheira, foram sorteados três pontos em cada uma das fisionomias. Sobre cada ponto foi colocado um quadrado (1 x 1 m) e toda a serapilheira contida nesse foi coletada. O material proveniente de cada uma das amostras

foi ensacado, etiquetado e levado ao laboratório onde foi feita a triagem. Após a triagem, a serapilheira foi secada em estufa (aprox. 35ºC) por sete dias e então pesada. Para a medição do sombreamento foram sorteados cinco pontos em cada tipo de habitat e uma trena era estendida paralelamente a borda da parcela passando pelo ponto sorteado ao nível do solo. Um mesmo observador percorreu a trena anotando a quantidade de centímetros da trena que estava sombreada. Para todas as fitofisionomias as medições foram realizadas de 11h30min ao meio dia. Os dados obtidos foram transformados em porcentagem.

Identificação

Todos os animais coletados foram identificados em nível de família. As aranhas jovens foram separadas e contadas. As aranhas adultas foram identificadas em nível de espécie. Quando não era possível alcançar o nível taxonômico específico, os animais foram registrados como morfoespécies.

Após a identificação, os animais coletados foram depositados na coleção aracnológica do Laboratório de Artrópodes Peçonhentos do Instituto Butantan (IBSP), em São Paulo, SP

Análise dos dados

Os animais coletados neste estudo foram divididos em oito guildas de acordo com o modo de forrageamento e o estrato de vegetação utilizado considerando as proposições já publicadas por Levi *et al*. (2001) e Souza (2007) e também observações pessoais: (1) caçadoras ativas de solo: Gnaphosidae, Lycosidae, Palpimanidae, Prodidomidae, Trechaleidae e Zodariidae; (2) caçadoras ativas de vegetação: Anyphaenidae e Clubionidae; (3) caçadoras ativas de solo e vegetação: Corinnidae, Ctenidae, Miturgidae, Oxyopidae e

Salticidae; (4) tocaia em solo: Barychelidae, Caponiidae, Oonopidae e Trochanteridae; (5) tocaia em vegetação: Selenopidae; (6) tocaia em solo e vegetação: Hersiliidae, Philodromidae, Sparassidae e Thomisidae; (7) tecelãs de solo: Dipluridae, Hahniidae, Ochyroceratidae, Theraphosidae e Titanoecidae; e (8) tecelãs de solo e vegetação: Dictynidae, Linyphiidae, Pholcidae e Theridiidae.

As guildas de aranhas de solo das três fitofisionomias foram comparadas a fim de examinar como a estrutura da comunidade varia entre habitats distintos. Para a análise estatística dos dados foi utilizado o software BioEstat 5.0 (Ayres *et al*. 2007). Para verificar se houve variação no número de indivíduos de cada guilda em cada um dos habitats amostrados foi feita a análise de variância (ANOVA). Quando era diagnosticada a variância, o teste de Tukey era utilizado a fim de confirmar se a diferença era significativa ou não e entre quais grupos. Também foi realizada regressão linear para averiguar se houve dependência entre a abundância de cada guilda e a quantidade de serapilheira sobre o solo nas estações seca e chuvosa.

Resultados

Foram encontrados 3529 indivíduos pertencentes a 31 famílias (Tabela 1). Nesta proposta, as aranhas "caçadoras ativas de solo" representaram 52% dos animais coletados durante o estudo e foram maioria nos três tipos de habitats, com 540 indivíduos no campo cerrado (53%), 701 no cerrado (54%) e 582 no cerradão (48%). As aranhas "caçadoras ativas em solo e vegetação" também foram freqüentes, correspondendo a 22% do total no campo cerrado (N=230), 16% no cerrado (N=205) e 23% no cerradão (N=275). As

“caçadoras ativas de vegetação” não ocorreram no campo cerrado, somente no cerrado (N=3) e cerradão (N=4).

As “tecelãs” também foram comuns, principalmente no cerrado e cerradão. Espécies que se utilizam tanto do solo quanto da vegetação foram mais freqüentes, contando com 172 indivíduos no campo cerrado (17%), 244 no cerrado (19%) e 238 no cerradão (20%). Já as tecelãs exclusivas de solo ocorreram em menor número, sendo coletados 35 animais no campo cerrado (3%), 59 no cerrado (5%) e 12 no cerradão (1%).

As aranhas que fazem “tocaia” ocorreram em menor número, não ultrapassando 7% dos indivíduos exclusivos de solo (campo cerrado N=35, 4%; cerrado N=63, 5%; e cerradão N=86, 7%) e 1% dos animais que habitam tanto o solo quanto a vegetação (campo cerrado N=11, 1%; cerrado N=15, 1%; e cerradão N=16, 1%). Quanto às aranhas que fazem tocaia exclusivamente na vegetação, somente um indivíduo foi amostrado no cerrado.

Tabela 1. Distribuição por guilda das famílias de aranhas no solo de três fitofisionomias de cerrado nas estações seca (abril a setembro) e chuvosa (outubro a março).

Guildas / Famílias	campo cerrado		Cerrado		cerradão	
	seca	chuva	seca	chuva	seca	chuva
Caçadoras ativas de solo	*156*	*384*	*207*	*494*	*296*	*286*
Gnaphosidae	43	64	70	56	29	27
Lycosidae	83	138	98	170	246	88
Palpimanidae	0	1	0	0	0	0
Prodidomidae	0	0	0	1	0	0
Trechaleidae	0	0	1	0	0	0
Zodariidae	30	183	38	267	21	171
Caçadoras ativas de vegetação	---	---	*1*	*2*	*0*	*4*
Anyphaenidae	0	0	1	1	0	4
Clubionidae	0	0	0	1	0	0
Caçadoras ativas de solo e vegetação	*78*	*152*	*85*	*120*	*102*	*173*
Corinnidae	6	15	37	49	56	104
Ctenidae	9	5	17	23	10	22
Miturgidae	10	25	2	8	0	0
Oxyopidae	14	57	3	4	0	1
Salticidae	39	50	26	36	36	46
Tocaia em solo	*18*	*17*	*31*	*32*	*29*	*57*
Barychelidae	0	9	1	2	1	5
Caponiidae	6	4	15	15	11	22
Oonopidae	12	4	15	15	17	29
Trochanteridae	0	0	0	0	0	1
Tocaia em vegetação	---	---	*1*	*0*	---	---
Selenopidae	0	0	1	0	0	0
Tocaia em solo e vegetação	*5*	*6*	*3*	*12*	*11*	*5*
Hersiliidae	0	1	0	2	0	0
Philodromidae	3	1	1	2	2	2
Sparassidae	0	0	2	1	3	0
Thomisidae	2	4	0	7	6	3
Tecelãs de solo	*3*	*32*	*43*	*16*	*10*	*2*
Dipluridae	0	0	0	0	0	1
Hahniidae	2	29	40	16	5	1
Ochyroceratidae	0	0	0	0	3	0
Theraphosidae	0	0	2	0	0	0
Titanoecidae	1	3	1	0	2	0
Tecelãs de solo e vegetação	*88*	*84*	*156*	*88*	*97*	*141*
Dictynidae	1	0	0	0	0	0
Linyphiidae	70	45	22	43	30	49
Pholcidae	3	9	11	12	3	8
Theridiidae	14	30	123	33	64	84
Subtotal	348	677	527	764	545	668
Total	1025		1291		1213	

Houve variação com relação ao número de indivíduos que se utiliza de cada tipo de estratégia de forrageamento nas três fitofisionomias ($F = 7,0957$, $p = 0,0496$), havendo diferença significativa entre o campo cerrado e o cerrado (teste de Tukey = 5,2215, $p < 0,05$). Apesar de nos três ambientes ter havido predomínio de "caçadoras ativas", seguido por aranhas de "tocaia" e um menor número de "tecelãs", no campo cerrado foi observado uma menor abundância do que no cerrado para todos os três grupos de táticas de predação. Entre campo cerrado e cerradão, e entre cerradão e cerrado não foi detectada diferença significativa. Já quanto a distribuição dos indivíduos em diferentes estratos do ambiente, não houve variação entre as áreas ($F = 86,6081$, $p= 0,3361$).

A estrutura da comunidade com relação às guildas também variou dentro de cada tipo de habitat, de acordo com a época do ano (Figura 1). No geral, o número de indivíduos por guilda foi sempre maior na estação chuvosa em todos os habitats, com exceção dos animais que fazem tocaia no campo cerrado, cuja abundância permaneceu a mesma nas duas estações, das aranhas tecelãs e das que se utilizam tanto do solo quanto da vegetação no cerrado, que foram mais freqüentes durante a estação seca.

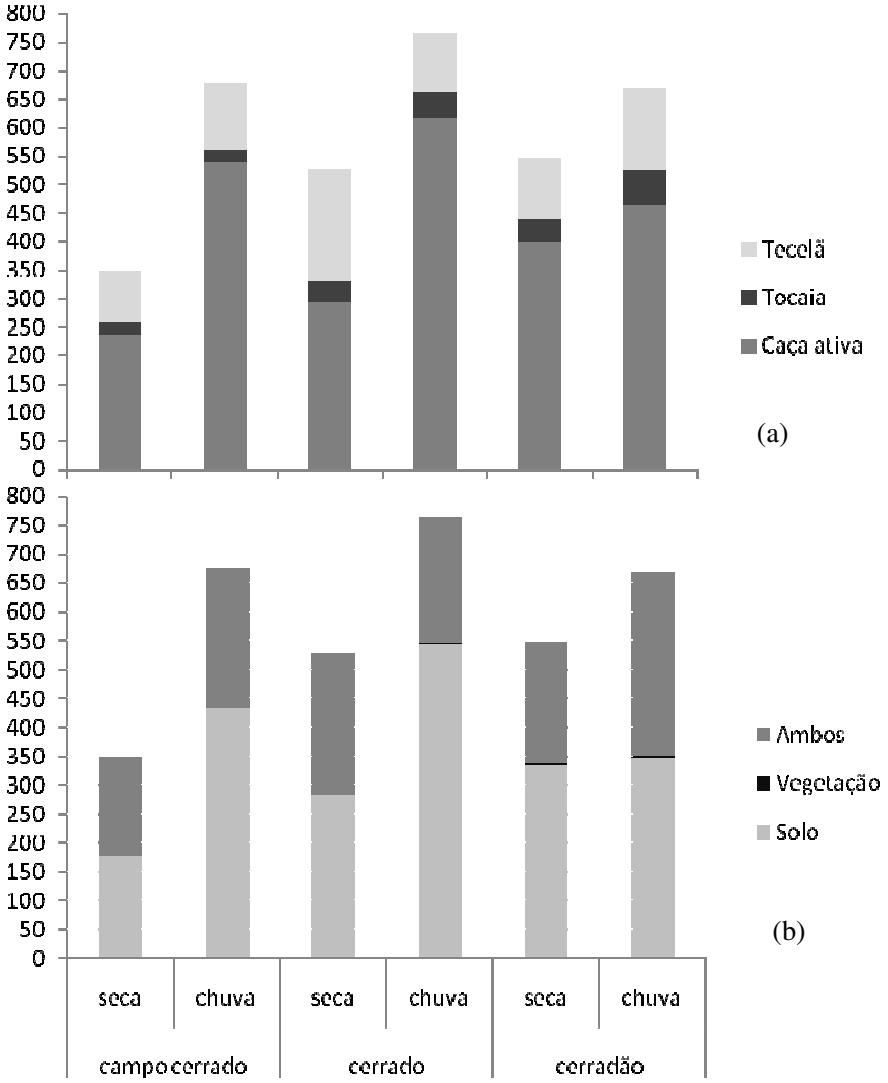

Figura 1. Número de indivíduos por estação e fitofisionomia de Cerrado, agrupados de acordo com a estratégia de forrageamento (a) e o estrato do ambiente (b) utilizados.

O número de indivíduos que se utiliza de uma mesma estratégia de forrageamento não variou significativamente entre as estações seca e chuvosa tanto no campo cerrado (F=1,2688, p=0,3779) quanto no cerrado (F=0,3954, p=0,5933) e cerradão (F=10,4844, p=0,0826). Quanto ao estrato do ambiente utilizado pelos animais, também não foi

detectada variação entre as estações (campo cerrado: F=2,0406, p=0,2900; cerrado: F=0,7493, p=0,5209; e cerradão: F=1,4504, p=0,3524).

A quantidade média de serapilheira e o nível médio de sombreamento no solo para as três fitofisionomias são apresentados na Tabela 2. O peso seco de serapilheira variou entre áreas (F= 20,9455, p= 0,0442), mas não foi detectada diferença significativa entre as estações (F=2,1700, p= 0,2793), apesar de este ser sempre maior durante a estação seca. O mesmo ocorreu com a porcentagem de sombreamento do solo, houve diferença entre os tipos de habitats (F= 43,1496, p=0205), mas não entre a época do ano (F= 5,1219, p= 0,1527) mesmo este sendo sempre maior na estação chuvosa.

Tabela 2. Quantidade média de serapilheira (g) e nível médio de sombreamento do solo (%) em três fitofisionomias de cerrado nas estações seca e chuvosa.

	Campo cerrado		Cerrado		Cerradão	
	Seca	Chuva	Seca	Chuva	Seca	Chuva
Serapilheira	13	7	179	152	334	218
Sombreamento	3	5	31	54	67	85

O número de indivíduos das guildas “caçadoras ativas de solo”, “caçadoras ativas de solo e vegetação”, e “tecelãs de solo” foram dependentes da quantidade de serapilheira depositada sobre o solo, neste caso menor, no campo cerrado (Tabela 3). Enquanto no cerrado nenhuma guilda dependeu da quantidade de material orgânico no solo, no cerradão todas as guildas foram dependentes com exceção das caçadoras ativas de vegetação. As aranhas tecelãs de solo e vegetação do campo cerrado foram dependentes do nível de sombreamento do solo. No cerrado, mostraram-se dependentes deste fator as guildas das caçadoras ativas de solo, das caçadoras ativas de solo e vegetação e das que fazem tocaia

em vegetação. No cerradão, o mesmo ocorreu com as guildas das caçadoras de vegetação, caçadoras de solo e vegetação, tocaia em solo e tecelãs de solo.

Tabela 3. Relação de dependência entre o número de indivíduos de cada guilda de aranhas e a quantidade de serapilheira e o nível de sombreamento do solo em três fitofisionomias de cerrado. * p<0,05, há dependência.

Guildas	Serapilheira						Sombreamento					
	campo cerrado		cerrado		Cerradão		campo cerrado		cerrado		Cerradão	
	F	P	F	p	F	P	F	P	F	p	F	P
CAS	60,7159	0,0127*	6,0769	0,1331	60,2341	0,0129*	9,6068	0,0895	27,4022	0,0311*	7,5998	0,1102
CAV	---	---	0,3943	0,5937	12,2251	0,0714	---	---	1,5177	0,3439	19,5197	0,0447*
CASV	21,7151	0,0400*	8,2015	0,1031	106,8408	0,0065*	6,2854	0,1294	25,6405	0,0335*	50,8783	0,0156*
TOS	1,5268	0,3428	2,7790	0,2382	1317,2621	0,0007*	1,8145	0,3110	9,6536	0,0891	20,3445	0,0428*
TOV	---	--	5,5276	0,1437	---	---	---	---	23,4390	0,0368*	---	---
TOSV	1,7143	0,3213	2,6700	0,2446	27,1711	0,0314*	6,2500	0,1300	10,2509	0,0843	7,6220	0,1099
TES	143,2220	0,0049*	3,3082	0,2114	19,3648	0,0451*	16,4829	0,0532	9,3361	0,0918	54,3428	0,0144*
TESV	12,4444	0,0702	3,0749	0,2225	1307,7073	0,0007*	30,0833	0,0281*	13,0773	0,0669	16,9665	0,0516

CAS= caçadoras ativas de solo, CAV= caçadoras ativas de vegetação, CASV= caçadoras ativas de solo e vegetação, TOS = tocaia em solo, TOV= tocaia em vegetação, TOSV = tocaia em solo e vegetação, TES= tecelãs de solo e TESV= tecelãs de solo e vegetação.

Discussão

A proposição aqui em discussão mostra que a comunidade de aranhas de solo é influenciada pelas características fitofisionômicas do habitat, podendo também influenciar estas, mesmo que indiretamente (Schmitz *et. al.* 2004). Os resultados obtidos corroboram as propostas de outros autores (Hatley & MacMahon 1980; Pinkus-Rendón *et al*. 2006; Raizer e Amaral 2001) e permitem dizer que as oito guildas propostas para a classificação das aranhas de solo, pelo menos nesse momento inicial dos estudos de comunidades de aranhas de solo nos trópicos da América do Sul, são pertinentes.

Uma maior abundância de aranhas caçadoras de solo era esperada devido ao foco do estudo ser o estrato do solo e também ao método de coleta empregado, as armadilhas do tipo pitfall, que são mais eficientes para animais com maior intensidade de atividade (Adis 2002). A variação observada quanto ao tipo de estratégia de forrageamento utilizada pelas aranhas possivelmente se deve à variação estrutural do ambiente, principalmente à diferença fitofisionômica entre o campo cerrado e o cerrado. No campo cerrado, a menor abundância verificada em todos os grupos provavelmente é resultado de uma maior competição intra e interguildas, uma vez que praticamente não há vegetação além da rasteira (Oliveira-Filho e Ratter 2002), o que faz com que todos os indivíduos convivam em um mesmo estrato. Além disso, há um menor número de refúgios disponíveis para os animais que fazem tocaia e menos estruturas disponíveis para fixação das teias das aranhas tecelãs. Esses fatores também explicam a ausência de animais de guildas exclusivas de vegetação nessa fitofisionomia. Já o cerrado possui um rico estrato subarbustivo e arbustivo (Oliveira-Filho e Ratter 2002) que fornece uma ampla gama de microhabitats podendo abrigar espécies com maior variedade de estratégias de forrageamento e mais diversificados usos do habitat. Em um estudo conduzido no México, Pinkus-Rendón *et al*. (2006) mostram que uma maior complexidade estrutural do ambiente leva efetivamente a uma maior diversidade de espécies de aranhas.

O Cerrado apresenta um déficit hídrico e calor excessivo durante toda a estação seca (Oliveira e Marquis 2002). Em razão disso, esperava-se um maior número de indivíduos por guilda na estação chuvosa em todos os habitats. Apesar de haver uma menor quantidade de serapilheira durante essa época do ano, há um maior nível de sombreamento do solo que minimiza condições estressantes de temperatura do solo (Souza 2007), além de haver maior

abundância da maioria das ordens de insetos (Pinheiro *et al.* 2002). Esses dados corroboram com os de Bultman & Uetz (1982), que demonstraram com experimentos que aranhas caçadoras preferem serapilheira natural devido à presença de presas, ao invés de um estrato enriquecido com folhas artificiais, que foi preferido por aranhas tecelãs por oferecer mais locais para confecção de teias. Durante a estação seca, a maior quantidade de material orgânico sobre o solo se deve principalmente à caducifolia de muitas espécies do Bioma Cerrado (Moreno e Schiavini 2001). A caducifolia é mais marcante no cerrado, uma vez que no campo cerrado há predomínio de vegetação rasteira e no cerradão ocorrem muitas espécies características de mata, que são perenifólias. Assim como a adição de serapilheira artificial, a caducifolia pode explicar a maior abundância das aranhas tecelãs do cerrado durante a estação seca, uma vez que a maioria das espécies coletadas se utiliza da superfície de folhas sobre o solo para tecer suas teias. De fato, em um estudo realizado com invertebrados, aranhas caçadoras e tecelãs mostraram a resposta mais forte em relação à mudanças na diversidade estrutural do habitat (Langellotto and Denno 2004).

As guildas de aranhas de solo propostas nesse estudo variaram com a fitofisionomia e parecem ser afetadas principalmente pela diversidade estrutural do habitat, quantidade de serapilheira, sombreamento do solo e disponibilidade de presas. Por englobar a maioria das famílias de aranhas de solo de Cerrado. Esta investigação fornece uma base sólida de informações necessária para o desenvolvimento de estudos futuros e possibilita comparações entre diferentes ecossistemas tropicais.

Referências Bibliográficas

Adis, J. 2002. Recommended sampling techniques. In: Adis, J. (Org.). Amazonian Arachnida and Myriapoda. Pensoft, Sofia, Bulgaria. P. 555-576.

Ayres, M., Ayres Júnior, M., Ayres, D. L. e SANTOS, A. A. 2007. BioEstat 5.0 – Aplicações estatísticas nas áreas das ciências biomédicas. Ong Mamiraua. Belém, Pará.

Bultman, T. L. e Uetz, G. W. 1982. Abundance and community structure of forest floor spiders following litter manipulation. Oecologia. 55: 34-41.

Halaj, J., Ross, D. W., e Moldenke, A. R. 1998. Habitat structure and prey availability as predictors of the abundance and community organization of spiders in western Oregon forest canopies. J. Arachnol. 26: 203-220.

Halaj, J., Ross, D. W., e Moldenke, A. R. 2000. Importance of habitat structure to the arthropod food-web in Douglas-fir canopies. Oikos 90: 139-152.

Hatley C. L. e MacMahon J. A. 1980. Spider community organization: seasonal variation and the role of vegetation architecture. Environ. Entomol. 9: 632–9.

Höfer, H., Martius, C. e Beck, L. 1996. Decomposition in an Amazonian rainforest after experimental litter addition in small plots. Pedobiologia 40: 570-576.

Langellotto, G. A. e Denno, R. F. 2004. Responses of invertebrate natural enemies to complex-structured habitats: a meta-analytical synthesis. Oecologia 139: 1-10.

Levi, H. W., Levi, L. R., Zim, H. S., Strekalovsky, N, Latimer, J. P. e Nolting, K. S. 2001. Spiders and their kin: a golden guide from St. Martin´s Press. Macmillan, USA. 160 p.

Moreno, M. I. C. e Schiavini, I. 2001. Relação entre vegetação e solo em um gradiente florestal na Estação Ecológica do Panga, Uberlândia (MG). Revta brasil. Bot. 24: 537-544.

Myers, N., Mittermeier, C. G., Mittermeier, G. A. B. da F. e Kent, J. 2000. Biodiversity hotspots for conservation priorities. Nature 403: 853-859.

Oliveira, P. S. e Marquis, R. J. 2002. The cerrados of Brazil: ecology and natural history of a neotropical savanna. Columbia University Press, New York, U.S.A. 424 p.

Oliveira-Filho, A. T. e Ratter, J. A. 2002. Vegetation physiognomies and woody flora of the cerrado Biome. In: Oliveira, P. s.; Marquis, R. J. (Eds.). The cerrados of Brazil: ecology

and natural history of a neotropical savanna. Columbia University Press, New York, U.S.A. p. 91-120.

Pinheiro, F., Diniz, I. R., Coelho, D. e Bandeira, M. P. S. 2002. Seasonal pattern of insect abundance in the Brazilian cerrado. Austral Ecology 27: 132-136.

Pinkus-Rendón, M. A., León-Cortés, J. L. e Ibarra-Núñez, G. 2006. Spider diversity in a tropical habitat gradient in Chiapas, Mexico. Diversity Distrib. 12: 61-69.

Raizer, J. e Amaral, M. 2001. Does the structural complexity of aquatic macrophytes explain the diversity of associated spider assemblages? Journ. Arachnol. 29: 227-237.

Ribeiro, J. F. e Walter, B. M. T. 1998. Fitofisionomias do bioma cerrado. In: Sano, S. M. e Almeida, S. P. de (Eds.). Cerrado: ambiente e flora. Planaltina, EMBRAPA-CPAC. p. 89-166.

Schmitz, O. J., Krivan, V. e Ovadia, O. 2004. Trophic cascades: the primacy of trait-mediated indirect interactions. Ecology Letters 7: 153-163.

Souza, A. L. T. de. 2007. Influência da estrutura do habitat na abundância e diversidade de aranhas. In: Gonzaga, M. O., Santos, A. J. e Japyassú, H. F. (Orgs.). Ecologia e comportamento de aranhas. Editora Interciência, Rio de Janeiro, Brasil. p. 25-43.

Uetz, G. W. 1977. Coexistence in a guild of wandering spiders. J. Anim. Ecol. 46: 531–41.

5. CONCLUSÃO GERAL

O presente estudo fornece uma rica lista de espécies para aranhas de solo do Cerrado e demonstra que diferentes fitofisionomias de cerrado abrigam composições distintas de espécies. A coleta de uma espécie nunca antes registrada para o Brasil (*Trocantheria gomezi*) ressalta a escassez de estudos sobre aranhas de solo não só nesse Bioma como em todo o país. Soma-se a isso o fato de não haver dados na literatura sobre a biologia e ecologia de *Tenedos perfidus*, uma espécie extremamente abundante e endêmica (até o presente momento) deste Bioma.

Este é um dos mais longos estudos já realizado para aranhas de solo do Cerrado brasileiro e fornece dados básicos até então desconhecidos para essa comunidade. As guildas desses animais parecem ser afetadas principalmente pela diversidade estrutural do habitat, principalmente pela quantidade de serapilheira, bem como pelo sombreamento do solo e disponibilidade de presas. Outros fatores, além dos já investigados na presente pesquisa devem ser levados em consideração em estudos futuros, tais como características específicas das espécies vegetais e inimigos naturais.

Verificou-se que todos os tipos de habitats amostrados são ricos e diversos, em especial a área aberta de campo cerrado, que vem sendo negligenciada em programas de conservação e é uma das primeiras áreas a ser transformada em pastagem. Uma efetiva conservação das espécies apresentadas nesse estudo só será efetuada com a permanência da heterogeneidade deste Bioma.