

**PADRÕES DE OCORRÊNCIA DE TRÊS ESPÉCIES SIMPÁTRICAS DE  
ESCORPIÕES, *ANANTERIS BALZANII* THORELL, 1891, *TITYUS  
CONFLUENS* BORELLI, 1899 E *TITYUS PARAGUAYENSIS* KRAEPELIN,  
1895 (BUTHIDAE), EM CAPÕES DE MATA NO PANTANAL SUL**

**ÉVELLYN CHRISTINNE BRÜEHMÜELLER RAMOS**

*Dissertação apresentada ao Programa  
de Pós-graduação em Ecologia e  
Conservação da Universidade Federal  
do Mato Grosso do Sul para obtenção  
do título de Mestre em Ecologia e  
Conservação.*

**ORIENTADOR: JOSUÉ RAIZER**

**CAMPO GRANDE, 2007**

PADRÕES DE OCORRÊNCIA DE TRÊS ESPÉCIES SIMPÁTRICAS DE  
ESCORPIÕES, *ANANTERIS BALZANI* THORELL, 1891, *TITYUS*  
*CONFLUENS* BORELLI, 1899 E *TITYUS PARAGUAYENSIS* KRAEPELIN,  
1895 (BUTHIDAE), EM CAPÕES DE MATA NO PANTANAL SUL

ÉVELLYN CHRISTINNE BRÜEHMÜELLER RAMOS

*Dissertação apresentada ao Programa  
de Pós-graduação em Ecologia e  
Conservação da Universidade Federal  
do Mato Grosso do Sul para obtenção  
do título de Mestre em Ecologia e  
Conservação.*

ORIENTADOR: JOSUÉ RAIZER

CAMPO GRANDE, 2007

*Dedico este trabalho a todos que amo:  
minha família, meus amigos e, em especial,  
ao meu esposo Valdemar Krüger Gazeta,  
que esteve comigo em todo esse tempo de  
estudos e desafios.*

## **AGRADECIMENTOS**

A Deus, pela vida, pelos sonhos e pelas oportunidades e pessoas maravilhosas que coloca em meu caminho.

Ao Prof. Dr. Josué Raizer, pela amizade, orientação e confiança em todas as fases do desenvolvimento desta dissertação.

Ao Dr. Wilson Lourenço, pela amizade e orientação nos estudos com escorpiões.

À CAPES, pela bolsa de mestrado.

À Coordenação de Estudos do Pantanal da Pró-Reitoria de Pesquisa e Pós-Graduação da Universidade Federal de Mato Grosso do Sul pelas facilidades na utilização da Base de Estudos do Pantanal.

Ao amigo, mecânico e motorista Jorge, pela companhia, pelo auxílio e pelas aulas de direção.

À Mirian Liza Alves Forancelli Pacheco, minha amiga sempre presente nos momentos importantes de minha carreira, e a seu esposo Élbio Leiguez Junior que sempre nos faz rir e esquecer as tristezas e problemas.

Aos amigos Ana Carolina Neves, Augusto Lisboa M. Rosa, Camila Aoki, Carlos André Zucco, Fernando Ibanez Martins, Gisseli Ramalho Giraldelelli, Luis Felipe C. Carvalho, Renata Spolti Leão, Rodrigo Teribele, Rogério Rodrigues Faria, Sergianne Frison, Silvia Rahe Pereira e Tatiane do Nascimento Lima, de minha turma de Mestrado, que enfrentaram comigo os desafios do curso e ofereceram sugestões e apoio a este projeto.

Aos colegas Andréa Santos Garcia, André Restel Camilo, Cássio Araújo Lupinetti, Francisco de Paula Severo da Costa Neto, Gabriel Ghizzi, Lelis Val Oliveira, Milke Jasmine Morales, Juliana Terra, Nayara Fonseca de Carvalho, Paulo Alexandre Bogiani, Rafael de Queiroz Prado, Renato Gatti Fernandes, Tatiana Souza do Amaral e Thayane Ely Lima pelo auxílio nas coletas e triagem do material, e pelos momentos alegres de amizade e companheirismo.

E finalmente, aos doutores Adalberto J. Santos, Antonio D. Brescovit, Glauco Machado e Wilson R. Lourenço pela revisão do manuscrito.

PADRÕES DE OCORRÊNCIA DE TRÊS ESPÉCIES SIMPÁTRICAS DE ESCORPIÕES, *ANANTERIS BALZANII* THORELL, 1891, *TITYUS CONFLUENS* BORELLI, 1899 E *TITYUS PARAGUAYENSIS* KRAEPELIN, 1895 (BUTHIDAE), EM CAPÕES DE MATA NO PANTANAL SUL

EVELLYN CHRISTINNE BRÜEHMÜELLER RAMOS & JOSUÉ RAIZER

*Programa de Pós-graduação em Ecologia e Conservação, Universidade Federal de Mato Grosso do Sul, CP 549, CEP 79070-900, Campo Grande, MS (vivaeu@gmail.com)*

## RESUMO

No presente estudo, caracterizamos a ocorrência de três espécies simpátricas de escorpiões (*Ananteris balzanii*, *Tityus confluens* e *Tityus paraguayensis*, Buthidae) em formações de mata conhecidas regionalmente como capões, no Pantanal sul-mato-grossense, e avaliamos a influência da complexidade ambiental sobre os padrões de coexistência destas espécies. Amostramos 27 capões em março e outros 20 em julho de 2006. Em cada capão instalamos 20 armadilhas de interceptação e queda, que ficaram expostas por cinco dias. Para caracterizar a complexidade ambiental dos capões, registramos sua área e forma, a espessura da serrapilheira, a densidade de árvores e arbustos, a distância do corpo d'água mais próximo e a porcentagem de área florestada num raio de 500 m ao seu redor. Submetemos essas sete variáveis a uma análise de componentes principais (PCA) para obter um gradiente de complexidade ambiental. Finalmente, ordenamos os capões por escalonamento multidimensional híbrido (HMDS), a partir de matrizes de abundâncias relativas das espécies nos capões, a fim de obter gradientes representativos da estrutura da comunidade de escorpiões. Contrastamos esses gradientes com a localização geográfica e complexidade ambiental dos capões. Registramos 158 escorpiões de três espécies em março e 297 das mesmas três espécies em julho. Em ambas as coletas, *A. balzanii* foi a espécie mais abundante, seguida por *T. confluens* e *T. paraguayensis*. Tanto nos capões amostrados em março, quanto naqueles amostrados em julho de 2006, as diferenças em composição de espécies entre pares de capões não estão

relacionadas às distâncias entre eles. Considerando as posições geográficas de todos os capões amostrados nas duas coletas, observamos que, enquanto *A. balzani* ocorre em toda área, *T. confluens* é restrito à porção norte e *T. paraguayensis* foi observado em pontos dispersos ou pequenos agrupamentos de capões. Os resultados indicaram que os fatores mais importantes na diferenciação estrutural dos capões são a densidade florestal, o número de arbustos e a distância do corpo d'água. A variação em complexidade ambiental dos capões não explicou a composição de espécies de escorpiões.

**PALAVRAS-CHAVE:** Scorpiones, complexidade ambiental, distribuição espacial

## ABSTRACT

In the present study, we characterized the occurrence of three sympatric scorpion species (*Ananteris balzanii*, *Tityus confluens* and *Tityus paraguayensis*, Buthidae) in vegetated earthmounds, locally known as *capões*, in the Miranda and Abobral sub-regions of the southern Pantanal (Mato Grosso do Sul, Brazil), and we evaluated the influence of environmental and biological aspects that affect those species. We sampled 27 *capões* in March and 20 in July of 2006. In each *capão* we installed 20 pitfall traps for a period of 5 days. To characterize the environmental complexity we registered area and shape, the thickness of the leaf litter, the density of trees and shrubs, the distance to next water body and the forest density in a distance of 500 m around the *capões*. We submitted these seven variables to a principal components analysis (PCA) to obtain a gradient of environmental complexity of the *capões*. Finally, we applied hybrid multidimensional scaling (HMDS) using matrices of species relative abundances of the species in the *capões* to get representative gradients of the structure of the community of scorpions. We contrasted these gradients with the geographic location and environmental complexity of the *capões*. We recorded 158 scorpions of three species in March and 297 individuals of the same species in July. In both collections, *A. balzanii* was the most abundant species, followed by *T. confluens* and *T. paraguayensis*. The differences in species composition between pairs of *capões* are not related to the distances between them. Considering the geographic position of all the *capões* sampled in the two collections we observe that while *A. balzanii* occurs in the entire area, *T. confluens* is restricted to the North portion of the sampled area, and *T. paraguayensis* is observed in scattered points or small clusters of *capões*. The results of the principal components analysis (PCA) indicated that the most important factors in the structural differentiation of the *capões* are the forest density, the number of shrubs and the distance to water body. The variation in environmental complexity of the *capões* did not explain the composition of species of scorpions.

**KEY WORDS:** Scorpiones, environmental complexity, spacial distribution

## INTRODUÇÃO

Os escorpiões típicos do Pantanal pertencem às famílias Buthidae e Bothriuridae. Buthidae é a maior e mais amplamente distribuída família de escorpiões, registrada em todo território brasileiro e em quase todas as regiões da América do Sul, com exceção do sul da Argentina (Polis 1990, Lourenço 2002, 2005). Bothriuridae apresenta distribuição meridional na América do Sul e é melhor representada no Chile e na Argentina que no Brasil (Lourenço 2002).

Estudos ecológicos com escorpiões brasileiros e sul-americanos são extremamente escassos (Lourenço 2000). O conhecimento sobre a escorpiofauna do Pantanal resume-se à distribuição aproximada das espécies e quase nada foi publicado sobre seus padrões de coexistência ou sobre a importância relativa de cada uma delas nas diferentes comunidades (Acosta 1995, Lourenço 2002). No Pantanal Sul três espécies de escorpiões da família Buthidae, *Ananteris balzanii* Thorell, 1891; *Tityus confluens* Borelli, 1899 e *Tityus paraguayensis* Kraepelin, 1895, ocorrem em capões de mata das sub-regiões Miranda e Abobral (dados não publicados do projeto Padrões de diversidade de fauna e flora no Pantanal sul-mato-grossense).

No Brasil, escorpiões do gênero *Tityus* ocorrem em qualquer região e tipo de vegetação e do gênero *Ananteris*, apesar de seu modelo de distribuição disjunta, ocorrem tanto em gradientes de cerrado como em florestas úmidas: Atlântica e Amazônica (Lourenço 1997, 2002). *T. confluens* é um elemento típico da escorpiofauna do Chaco, ocorrendo na Argentina, Bolívia e Paraguai (Acosta 1995, Lourenço 2002). No Brasil, ocorre nos estados de Mato Grosso do Sul e Mato Grosso (Lourenço *et al.* 2004, Bertani *et al.* 2005, Lourenço & Silva 2006). *T. paraguayensis* ocorre em cerrados e formações abertas no Paraguai e no norte da Argentina. A presença desta espécie no Brasil é limitada ao Estado de Mato Grosso do Sul (Lourenço 2002). *A. balzanii* apresenta a distribuição geográfica mais ampla de todas as espécies do gênero *Ananteris*, ocorrendo do norte da Argentina ao Paraguai, com um registro no Norte da Bolívia, e nas regiões centro-oeste e norte do Brasil. Apesar desta

ampla distribuição geográfica, *A. balzanii* ocorre apenas em vegetações abertas, como o cerrado (Lourenço 2002, 2003).

No presente estudo, buscamos identificar um padrão de coexistência dessas três espécies de escorpiões em capões de mata das sub-regiões Miranda e Abobral e verificar se a variação em complexidade ambiental está relacionada a este padrão.

## **METODOLOGIA**

**ÁREA DE ESTUDO.**— O Pantanal mato-grossense é a maior planície inundável do hemisfério ocidental, situado na confluência de quatro importantes regiões fitogeográficas sulamericanas: Amazônia, Cerrado, Florestas Meridionais e Chaquenha (RADAMBRASIL 1982a,b, Adámoli 1986, Alho *et al.* 1988). A mistura de áreas permanentemente aquáticas, sazonalmente inundáveis e não inundáveis, assim como a proximidade com esses grandes biomas sulamericanos, condicionaram a variedade da vegetação e do clima do Pantanal (Prance & Schaller 1982).

De modo geral, o clima é comparável ao da Caatinga Nordestina (Boggiani & Coimbra 1996). As chuvas alcançam uma média anual na ordem de 1500 mm, contudo, o regime hídrico é mais influenciado pela hidrologia dos rios do que pelas precipitações (Tricart 1982). O Pantanal é extremamente rico em composição fisionômica. Essa riqueza é, em grande parte, consequência da variedade de características geomorfológicas e topográficas que formam baías, vazantes, corixos, cordilheiras e capões (termos regionalmente usados para definir corpos d'água - os três primeiros - e formações vegetais) (Cunha 1990; Ponce & Cunha 1993).

Em meio aos campos inundáveis da planície pantaneira existem elevações de 1 a 3 m acima do terreno circundante, que possuem vegetação arbórea e recebem o nome de capões (Figura 1). Estes capões de mata caracterizam-se como manchas de vegetação arbórea, na sua maioria com apenas uma centena de metros de diâmetro, abrigando espécies vegetais intolerantes à inundação, além de muitos componentes da fauna nos períodos de enchente (Damasceno Jr *et al.* 1996, Ara ujo 2001). Coletamos os dados em

capões de mata no Pantanal sul-mato-grossense, nas sub-regiões Miranda e Abobral (*sensu* Adámoli 1982), município de Corumbá, Mato Grosso do Sul.



Figura 1. Vista aérea de campo inundável nas sub-regiões Miranda e Abobral (*sensu* Adámoli 1982), Pantanal Sul. A seta indica um capão de mata, formação florestal freqüente na região.

**COLETA DE DADOS.**— Amostramos 47 capões de mata, 27 em março de 2006 e 20 em julho de 2006, entre 19° 27' 36" e 19° 30' 11" de latitude Sul e 56° 59' 29" e 57° 03' 13" de longitude Oeste. Coletamos os escorpiões com auxílio de armadilhas de interceptação e queda. Utilizamos recipientes de boca larga (16 cm de diâmetro) com capacidade para um litro, enterrados no solo, contendo 1/3 do volume de líquido conservante (uma parte de formol a 10% e três de álcool a 70%) acrescido de algumas gotas de detergente líquido neutro. Junto a cada recipiente foram instaladas três guias de 15 cm de altura em Y (Figura 2). Essas guias foram confeccionadas em plástico resistente e fixadas por hastes de madeira. Os animais ao se deslocarem sobre o solo podiam cair dentro do pote pela abertura, eventualmente sendo direcionados pelas referidas guias. Instalamos 20 armadilhas por capão, procurando distribuí-las dispersamente na área dos capões, ficando expostas por cinco dias.

Para obter gradientes representativos da estrutura da comunidade de escorpiões, baseada na composição de espécies, utilizamos o método de

ordenação de escalonamento multidimensional híbrido (HMDS, Faith *et al.* 1987) a partir de matrizes de abundâncias relativas das espécies nos capões, com o índice de dissimilaridade Bray-Curtis (Bray & Curtis 1957) como medida de associação entre os possíveis pares de capões. Contrastamos esses gradientes com a localização geográfica e complexidade ambiental dos capões.



Figura 2. Armadilha de interceptação e queda instalada em um capão de mata para captura de escorpiões.

Para caracterizar a complexidade ambiental dos capões registramos a área e a forma de cada um, a espessura da serrapilheira, a densidade de árvores e arbustos, a distância do corpo d'água mais próximo e a densidade florestal num raio de 500 m ao seu redor. Para definir a área e a forma dos capões, assim como sua densidade florestal, analisamos imagens de satélite georeferenciadas da região. Para obter um índice que defina a forma dos capões consideramos a razão entre a área de um capão e a área de um círculo com perímetro igual ao do capão considerado. A espessura da serrapilheira correspondeu à média de 10 medidas em pontos localizados ao acaso no interior de cada capão. A densidade de árvores e arbustos correspondeu ao número de vezes que árvores e arbustos tocaram cinco linhas de 10 m, esticadas a uma altura aproximada de 1 m e posicionadas ao acaso no interior de cada capão. A estratificação herbácea equivaleu ao número de vezes que a

vegetação herbácea tocou cinco hastes de 0,5 m de altura posicionadas verticalmente e ao acaso no interior de cada capão. Transformamos os valores dessas sete variáveis por divisão pela raiz quadrada da soma dos seus quadrados para retirar o efeito das diferentes escalas (Ferreira 1997) e as submetemos a uma análise de componentes principais (PCA) para obter um gradiente de complexidade ambiental dos capões.

## RESULTADOS

Registramos 158 escorpiões de três espécies em 27 capões de mata em março de 2006 e 297 indivíduos das mesmas três espécies em 20 capões em julho de 2006 (Tabela 1). Em março, *A. balzanii* foi mais abundante (76,58% dos indivíduos), seguida por *T. confluens* (18,99%) e *T. paraguayensis* (4,43%). O número médio de indivíduos e a frequência de ocorrência das espécies obedeceu a este mesmo padrão de dominância por *A. balzanii*. Entretanto, em março a frequência de *T. confluens* em 16 (59,26%) capões, apesar da sua abundância (~19% dos indivíduos), indica uma distribuição espacial relativamente ampla na área (Tabela 1). Em 13 capões (48,15%) registramos exclusivamente uma espécie de escorpião (54 indivíduos; 49,64%), sendo que em 11 destes capões ocorreu apenas *A. balzanii* (52 indivíduos) e em dois *T. confluens* (2 indivíduos).

Em julho de 2006, *A. balzanii* também foi a espécie mais abundante (93,94% dos indivíduos), seguida por *T. confluens* (4,04%) e *T. paraguayensis* (2,02%). Neste período, a representatividade de *A. balzanii* foi ainda maior que em março. Além da maior proporção entre os escorpiões registrados, *A. balzanii* ocorreu em todos os capões (Tabela 1).

Tabela 1. Escorpiões registrados em capões de mata em março (n = 27) e em julho (n = 20) de 2006. A abundância corresponde ao número total de indivíduos (%) e a média (amplitude) ao número médio de indivíduos por capão. A freqüência refere-se ao número de capões em que a espécie ocorreu (%). Os monoespecíficos indicam o número de capões em que ocorreu exclusivamente cada espécie de escorpião, seguido entre parêntesis pela porcentagem do número de indivíduos que ocorreram nestes capões.

	<i>Ananteris balzanii</i>	<i>Tityus paraguayensis</i>	<i>Tityus confluens</i>	<b>Total</b>
<b>MARÇO/2006</b>				
Abundância	121 (76,58)	7 (4,43)	30 (18,99)	158 (100)
Média	4,48 (0 – 14)	0,26 (0 – 3)	1,11 (0 – 6)	5,85 (1-15)
Freqüência	25 (92,59)	3 (11,11)	16 (59,26)	27 (100)
Monoespecíficos	11 (42,98)	0	2 (6,67)	13 (49,64)
<b>JULHO/2006</b>				
Abundância	279 (93,94)	6 (2,02)	12 (4,04)	297 (100)
Média	13,95 (4 – 38)	0,3 (0 – 2)	0,6 (0 – 4)	14,85 (4 – 38)
Freqüência	20 (100)	4 (20)	7 (35)	20 (100)
Monoespecíficos	10 (53,20)	0	0	10 (53,20)

A ordenação em uma dimensão (HMDS; stress = 0,096 e  $r^2 = 0,978$ ) dos 27 capões de mata, baseada na distância Bray-Curtis pela abundância relativa das três espécies de escorpiões, representou a variação em composição de espécies em março de 2006 (Figura 3). A abundância das espécies variou entre capões de modo que uma dominância decrescente de *A. balzanii* foi acompanhada por uma representatividade crescente de *T. confluens*. Além disso, *T. paraguayensis* ocorreu exclusivamente em capões co-dominados pelas demais espécies. Portanto, essa ordenação representa um gradiente de substituição de espécies entre os capões: em um extremo capões com

ocorrência exclusiva de *A. balzanii*, no outro com ocorrência exclusiva de *T. confluens*.

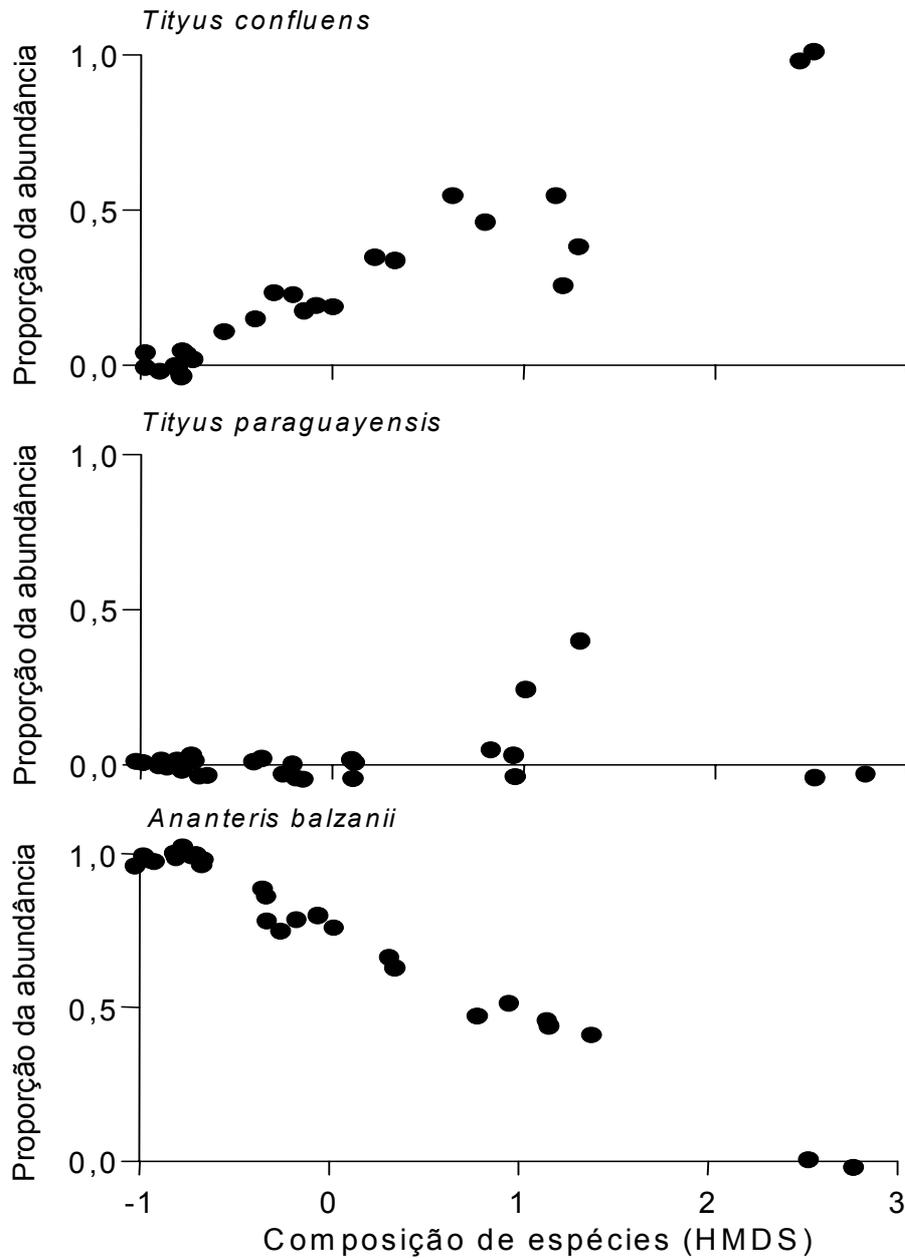


Figura 3. Proporção da abundância de três espécies de escorpiões ao longo de um gradiente de composição de espécies em março de 2006, definido pela ordenação de 27 capões de mata por escalonamento multidimensional híbrido (HMDS).



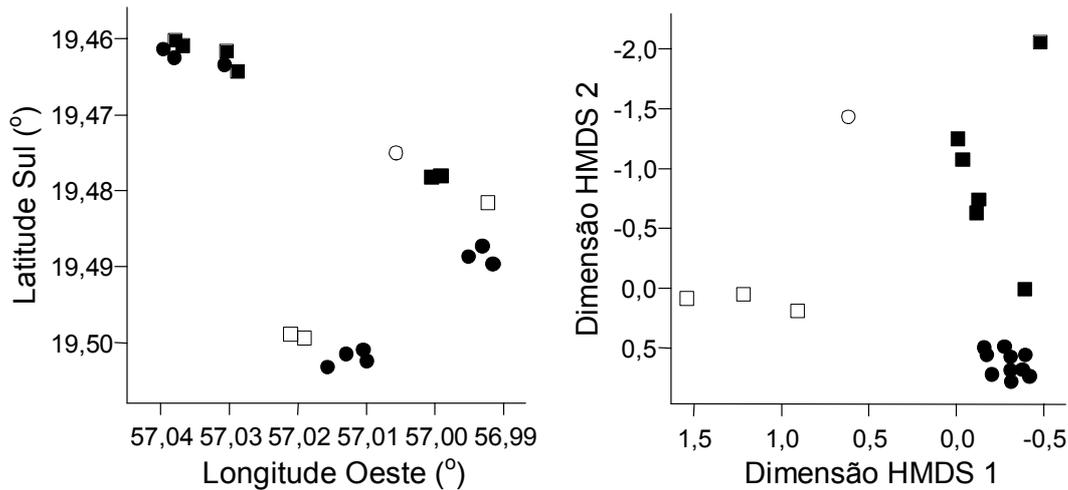


Figura 5. Posição geográfica de 20 capões de mata amostrados em julho de 2006, nas sub-regiões Miranda e Abobral, Pantanal Sul e o plano da ordenação por escalonamento multidimensional híbrido (HMDS) pela abundância relativa das três espécies de escorpiões que ocorreram nestes capões. Círculo preenchido corresponde a capão em que ocorreu exclusivamente *Ananteris balzanii*; círculo vazio, capão em que as três espécies co-ocorreram; Quadrado preenchido, capão em que ocorreram *A. balzanii* e *Tityus confluens*; Quadrado vazio, capão em que ocorreram *A. balzanii* e *T. paraguayensis*. Note que as escalas dos eixos estão invertidas.

Tanto nos capões amostrados em março, quanto naqueles amostrados em julho de 2006, as diferenças em composição de espécies entre pares de capões não estão relacionadas às distâncias entre eles. O teste de Mantel contrastando as distâncias lineares e o índice de dissimilaridade de Bray-Curtis para a abundância relativa das três espécies entre pares de capões, com 1000 randomizações das distâncias Bray-Curtis, revelou que este padrão não diferiu do acaso (março:  $F = 0,48$  e  $p = 0,47$ ; julho:  $F = 0,02$  e  $p = 0,89$ ).

Considerando-se as posições geográficas de todos os capões amostrados nas duas coletas, observa-se que, enquanto *A. balzanii* ocorre em toda área, a presença de *T. confluens* está restrita à porção norte da área amostrada, e a presença de *T. paraguayensis* é observada em pontos dispersos ou pequenos agrupamentos de capões (Figura 6).

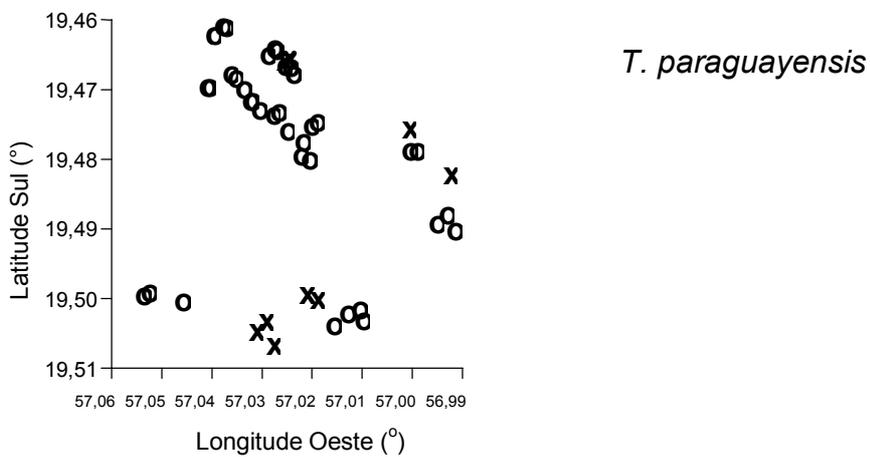
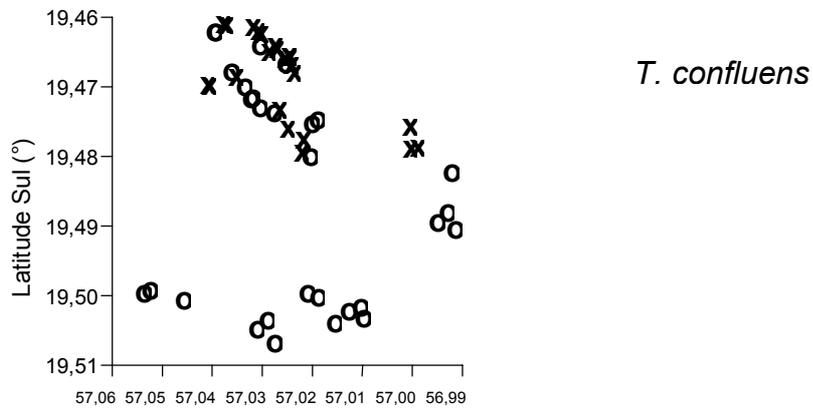
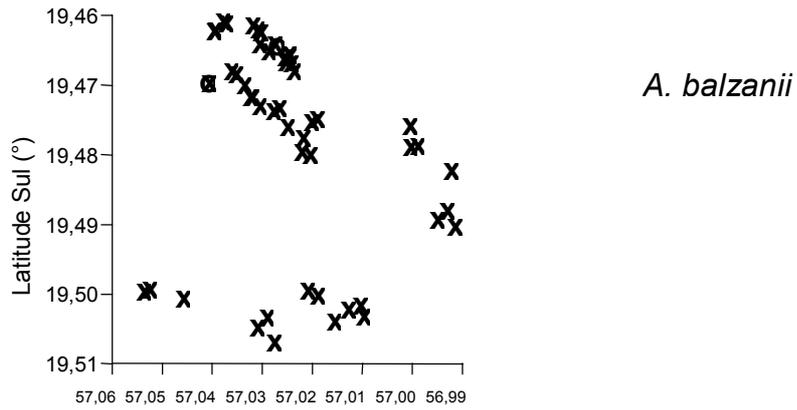


Figura 6. Posição geográfica de 47 capões de mata amostrados em março e julho de 2006, nas sub-regiões Miranda e Abobral, Pantanal Sul, indicando a presença ou ausência de três espécies de escorpiões da família Buthidae. x = presença, o = ausência.

Em março de 2006, os três primeiros eixos de uma análise de componentes principais (PCA) explicaram 79,29% da variância no espaço n-dimensional formado pelo conjunto das variáveis ambientais: número de árvores, número de arbustos e espessura da serrapilheira por capão, área e forma dos capões, densidade florestal próximo aos capões e distância ao corpo d'água mais próximo (Figura 7). As variáveis número de arbustos, distância do corpo d'água mais próximo e espessura da serrapilheira foram mais fortemente correlacionadas ao primeiro eixo da PCA, sendo que a distância do corpo d'água e a espessura da serrapilheira apresentaram correlação maior que 0,5 com o segundo eixo e o número de arbustos com o terceiro (Figura 7 e Tabela 2). A densidade de área florestada foi negativamente correlacionada ao segundo eixo da PCA ( $r = -0,77$ ). O número de árvores, a área e a forma dos capões apresentaram correlações menores que 0,5 com qualquer um dos três primeiros eixos da PCA. A variação em complexidade ambiental dos capões amostrados em março, representada pelos três primeiros eixos da PCA, não explicou significativamente a composição de espécies de escorpiões (regressão múltipla;  $n = 27$ ; g.l. = 23;  $r^2 = 0,225$ ;  $p = 0,112$ ), representada pela ordenação (HMDS) em uma dimensão dos capões.

Em julho de 2006, os dois primeiros eixos de uma análise de componentes principais (PCA) explicaram 76,63% da variância no espaço n-dimensional formado pelo conjunto das variáveis ambientais: número de árvores, número de arbustos e espessura da serrapilheira por capão, área e forma dos capões, densidade florestal próximo aos capões e distância ao corpo d'água mais próximo (Figura 8). A variável distância do corpo d'água mais próximo foi fortemente correlacionada ao primeiro eixo da PCA e a densidade florestal, o número de arbustos e o número de árvores com o segundo eixo (Figura 8 e Tabela 3). Nem o primeiro eixo da PCA (análise de redundância; Pillai-Trace = 0,194;  $F = 1,925$ ; g.l. = 2 e 16;  $p = 0,178$ ), nem o segundo (Pillai-Trace = 0,063;  $F = 0,542$ ; g.l. = 2 e 16;  $p = 0,592$ ) explicaram significativamente a composição de espécies de escorpiões, representada pela ordenação (HMDS) em duas dimensões dos capões.

Os resultados indicam que os fatores mais importantes na diferenciação estrutural dos capões são a densidade florestal, o número de arbustos e a distância do corpo d'água. A espessura da serrapilheira apresentou

coeficientes de correlação maiores que 0,5 apenas na análise realizada para os capões visitados em março e o número de árvores apenas para os capões de julho.

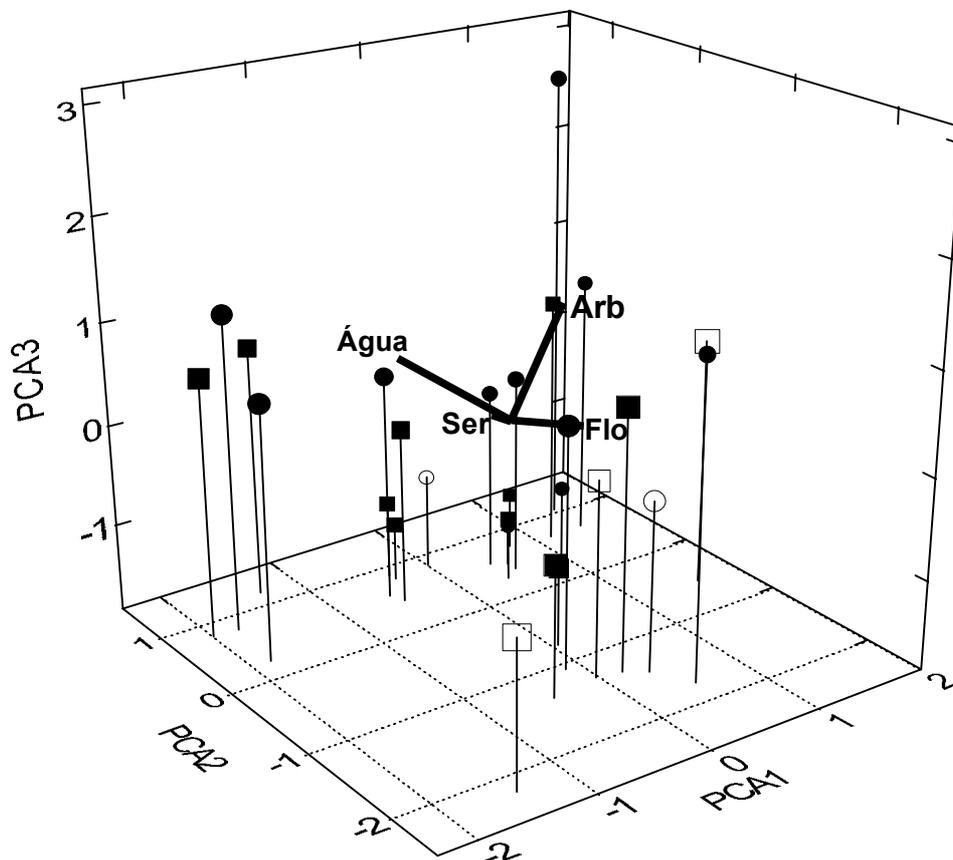


Figura 7. Variação em complexidade ambiental representada pelos três primeiros eixos de uma análise de componentes principais (PCA) para 27 capões de mata pelas variáveis: número de árvores, número de arbustos (Arb), espessura da serrapilheira (Ser), área, forma, distância ao corpo d'água mais próximo (Água) e área florestada ao redor do capão (Flo). Os vetores indicam a contribuição relativa de cada uma das variáveis à ordenação dos capões de mata, com coeficientes de correlação superiores a 0,5.

Tabela 2. Resultados de uma análise de componentes principais (PCA) para 27 capões de mata amostrados em março de 2006 e os coeficientes de correlação entre os três primeiros eixos e as variáveis ambientais utilizadas na análise. Em negrito estão destacados coeficientes de correlação maiores que 0,5.

	Média ± dp (amplitude)	eixo PCA 1	eixo PCA 2	eixo PCA 3
Autovalor (“eigenvalue”)	—	0,017	0,012	0,008
% de variância explicada	—	37,12	25,32	16,86
correlações com as variáveis:				
Número de arbustos	2,52 ± 1,67 (0 – 7)	<b>0,77</b>	0,25	<b>0,55</b>
Distância ao corpo d’água (km)	0,26 ± 0,76 (0,08 – 0,63)	<b>-0,72</b>	<b>0,51</b>	0,38
Espessura da serrapilheira (cm)	1,56 ± 0,94 (0,49 – 3,96)	<b>-0,66</b>	<b>-0,52</b>	0,34
Densidade florestal (%)	16,2 ± 8,4 (6,0 – 30,6)	0,20	<b>-0,77</b>	0,16
Número de árvores	20,7 ± 8,8 (7 – 559)	0,07	-0,37	0,49
Área (m <sup>2</sup> /100)	71,4 ± 61,7 (12,3 – 325,5)	0,16	0,23	-0,41
Forma	1,09 ± 0,06 (1,01 – 1,25)	0,056	0,353	-0,16

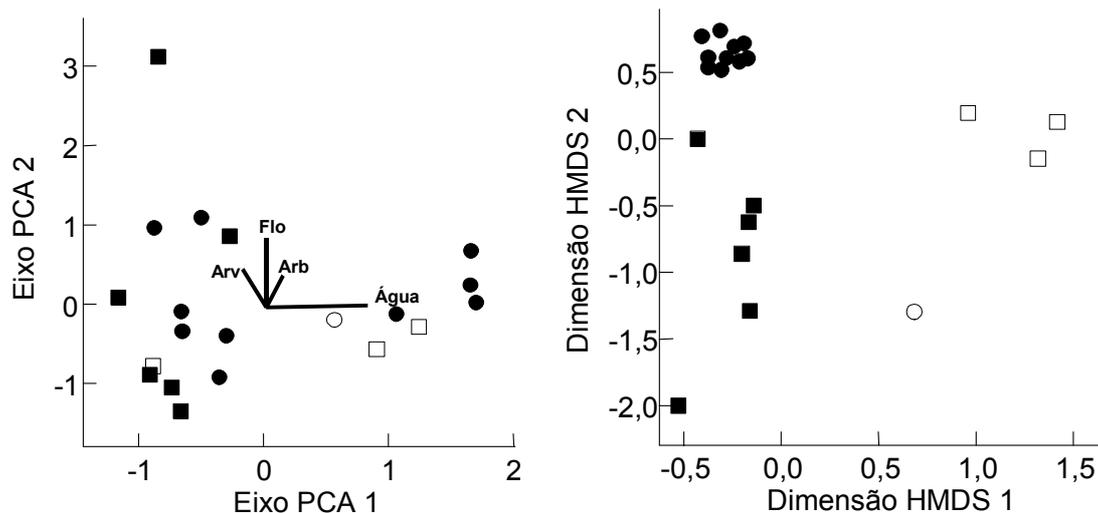


Figura 8. À esquerda – variação em complexidade ambiental representada pelos dois primeiros eixos de uma análise de componentes principais (PCA) para 20 capões de mata pelas variáveis: número de árvores (Arv), número de arbustos (Arb), espessura da serrapilheira, área, forma, distância ao corpo d'água mais próximo (Água) e área florestada ao redor do capão (Flo). Os vetores indicam a contribuição relativa de cada uma das variáveis à ordenação dos capões de mata, com coeficientes de correlação superiores a 0,5. À direita – distribuição dos capões de mata no plano da ordenação (HMDS) pela abundância relativa de três espécies de escorpiões. Círculo preenchido corresponde a capão em que ocorreu exclusivamente *Ananteris balzanii*; círculo vazio, capão em que as três espécies co-ocorreram; Quadrado preenchido, capão em que ocorreram *A. balzanii* e *Tityus confluens*; Quadrado vazio, capão em que ocorreram *A. balzanii* e *T. paraguayensis*.

Tabela 3. Resultados de uma análise de componentes principais (PCA) para 20 capões de mata amostrados em julho de 2006 e os coeficientes de correlação entre os dois primeiros eixos e as variáveis ambientais utilizadas na análise. Em negrito estão destacados coeficientes de correlação maiores que 0,5.

	Média ± dp (amplitude)	eixo PCA 1	eixo PCA 2
Autovalor (“eigenvalue”)	—	0,026	0,018
% de variância explicada	—	44,69	31,94
correlações com as variáveis:			
Distância ao corpo d’água (km)	0,50 ± 0,45 (0,10 – 1,34)	<b>0,99</b>	0,018
Densidade florestal (%)	9,87 ± 5,99 (2,9 – 26,9)	<0,01	<b>-0,93</b>
Número de arbustos	6,85 ± 2,62 (2 – 11)	0,31	<b>0,63</b>
Número de árvores	18,7 ± 8,9 (7 – 39)	0,36	<b>0,63</b>
Espessura da serrapilheira (cm)	2,92 ± 0,90 (0,90 – 4,99)	-0,48	-0,20
Área (m <sup>2</sup> /100)	86,5 ± 82,1 (33,1 – 392,8)	0,29	-0,30
Forma	1,09 ± 0,06 (0,06 – 1,22)	0,44	-0,08

## DISCUSSÃO

A comunidade amostrada apresentou três espécies de escorpiões, enquadrando-se no número médio de espécies obtido em outras comunidades (Polis 1990). *Ananteris balzanii* ocorreu em toda área amostrada e apresentou alta abundância e frequência. Conclusões de outros estudos indicam que em conjuntos de populações simpátricas de escorpiões, geralmente mais de 80% dos indivíduos pertencem a uma única espécie. Paralelamente, estes mesmos estudos indicam que uma dada espécie pode ser dominante em um habitat,

mas muito menos freqüente em outros (Hadley & Williams 1968, Fox 1975, Polis 1990, Machado *et al.* 2002, Barreiros *et al.* 2003, Dias *et al.* 2006).

Registramos *T. confluens* apenas nos capões situados na porção norte da área amostrada. Esta constatação apresenta duas possíveis explicações: a primeira é a de que os capões desta região sofreram maior alteração antrópica, estando também mais próximos a estradas boiadeiras e à área impactada da sede da Fazenda São Bento (na qual o mesmo também é encontrado). A presença desta espécie nos capões poderia ser facilitada por sua freqüente ocorrência em ambientes antrópicos, que poderiam inclusive estar viabilizando sua dispersão. Outra explicação, seria que a porção norte da área amostrada apresenta-se mais distante dos principais corpos d'água. Assim, uma menor capacidade de sobrevivência em ambientes inundáveis poderia estar dificultando a colonização destes capões por *T. confluens*.

A presença de *T. paraguayensis* é constatada em pontos dispersos ou pequenos agrupamentos de capões próximos. Em todas as ocorrências, esta espécie coexiste com *A. balzanii*, sendo que em apenas quatro dos capões amostrados é também constatada a coexistência com *T. confluens*. Também desta vez, ao menos duas explicações são prováveis: *T. paraguayensis* pode apresentar plasticidade ambiental maior do que *T. confluens*. Ou ainda, a presença de *T. confluens* limitaria a abundância de *T. paraguayensis* por pressão de predação.

Considerando-se que escorpiões são predadores generalistas, populações de espécies relativamente maiores e mais agressivas podem dificultar o estabelecimento de outras espécies (Polis 1990). Indivíduos de *T. confluens* possuem tamanho médio equivalente ao dobro do tamanho médio de indivíduos de *A. balzanii* ou *T. paraguayensis*. Diversos estudos conduzidos com espécies de desertos demonstraram que os principais predadores destes escorpiões são outros escorpiões maiores (Polis 1980, Polis *et al.* 1981, Polis & McCormick 1986, Polis & McCormick 1987, Polis *et al.* 1989, Lighton *et al.* 2001). Apesar da maior abundância de recursos alimentares na área estudada, quando comparada aos desertos, escorpiões menores continuam sendo um recurso alimentar bastante viável. Estes estão ativos nos mesmos horários e compartilham os mesmos espaços de caça dos escorpiões maiores, fazendo com que o encontro se torne bastante provável.

O Pantanal é um ambiente com um forte componente de variação sazonal que inclui enchentes e secas severas anualmente. Possivelmente por este motivo, o número de espécies nas comunidades de escorpiões restringe-se àquelas de maior plasticidade ecológica, necessária para colonizar e sobreviver num local sujeito a fortes e amplas perturbações físicas. Entretanto, estas mesmas perturbações podem favorecer a coexistência das espécies de escorpiões, independentemente da disponibilidade de recursos, por limitar o tempo para que processos bióticos (tais como, predação ou competição) levem à exclusão de uma dada população (Polis 1990).

A coexistência das três espécies sem que ocorra partilha espacial de recursos e a baixa densidade das populações de escorpiões comparada aos outros grupos de invertebrados na área, conduzem à conclusão que estas populações não são reguladas pela quantidade de recursos, e sim por fatores externos independentes de densidade.

Quanto à relação da complexidade ambiental dos capões e a composição de espécies de escorpiões, os resultados indicaram que a variação em complexidade ambiental nos capões amostrados não afetou significativamente a composição de espécies de escorpiões. Esse resultado concorda com diversos outros trabalhos realizados em ambientes fragmentados que têm indicado que, diferentemente do que ocorre com outros grupos animais, o tamanho e a forma do fragmento não afetam a composição de espécies de escorpiões (Margules et al. 1994, Davies et al. 2000, Davies et al. 2001). Explicações plausíveis para essa constatação seriam a baixa densidade de indivíduos e a baixa taxa metabólica de escorpiões (Lighton *et al.* 2001), além disso, as espécies estudadas possuem alta capacidade de adaptação e são capazes de sobreviver em ambientes antrópicos, inclusive na matriz ao redor do fragmento considerado (Polis 1990, Lourenço 2000, Davies et al. 2001).

## **AGRADECIMENTOS**

Agradecemos à CAPES pela bolsa de Mestrado de E. C. Brüemüller-Ramos, e ao CNPq pela bolsa de pós-doutorado de J. Raizer (processo 150596/03-0). Também somos gratos aos doutores Adalberto J. Santos,

Antonio D. Brescovit, Glauco Machado e Wilson R. Lourenço pela revisão do manuscrito.

## REFERÊNCIAS

- ACOSTA, L. E. 1995. The scorpions of Western Chaco. I. Diversity and distributional patterns. *Biogeographica* 71:49-59.
- ADÂMOLI, J. O. 1982. O Pantanal e suas relações fitogeográficas com cerrados; discussão sobre o conceito de "Complexo do Pantanal". *In: Anais do XXXII Congresso Nacional de Botânica*: 109-119.
- ADÂMOLI, J. 1986. A dinâmica das inundações no Pantanal. *Anais do Simpósio Sobre Recursos Naturais e Sócio Econômicos do Pantanal I*:51-61.
- ALHO, C., LACHER T. E. & GONÇALVES H. C. 1988. Environmental degradation in the pantanal ecosystem. *BioScience* 38:164-71.
- ARAÚJO, A. C. 2001. Flora, fenologia de floração e polinização em capões do Pantanal sul-mato-grossense. *Tese de Doutorado*, Universidade Estadual de Campinas. 90pp.
- BARREIROS, J. A. P., MIGLIO, L. T., CAXIAS, F. C., ARAÚJO, C. O., PINTO DA ROCHA, R. & BONALDO, A. B. 2003. Composição e riqueza de espécies de aranhas e escorpiões (Arachnida: Araneae, Scorpiones) cursoriais de serrapilheira na Estação Científica Ferreira Penna (ECFPn), Melgaço, Pará. *In: Estação Científica Ferreira Penna - Dez Anos De Pesquisa Na Amazônia*, Belém.
- BERTANI, R., MARTINS, R. & CARVALHO, M. A. 2005.. Notes on *Tityus confluens* Borelli, 1899 (Scorpiones: Buthidae) in Brazil. *Zootaxa* 869: 1-7.
- BOGGIANI, P.C. & COIMBRA, A.M. 1996. A planície e os pantanais. *In: Tuiuiú - Sob os céus do Pantanal - Biologia e conservação do Tuiuiú (Jabiru mycteria)*. (Antas, P.T.Z. & Nascimento, I.L.S., eds.) Empresa das Artes, São Paulo. pp 18-23.
- BRADLEY, R. A. & BRODY, A. J. 1984. Relative abundance of three vaejovid scorpions across a habitat gradient. *Journal of Arachnology* 11:437-440.
- BRAY, J.R. & CURTIS, J.T. 1957. An ordination of the upland forest communities of southern Wisconsin. *Ecological Monographs* 27:325-349.

- CUNHA, C. N. 1990. *Estudos florísticos e fitofisionômicos das principais formações arbóreas do Pantanal de Poconé-MT*. Tese de Mestrado, Universidade Estadual de Campinas . Unicamp, 146p.
- DAMASCENO JR., G. A.; BEZERRA, M. A. O.; BORTOLOTTI, I. M. & POTT, A. 1996. Aspectos florísticos e fitofisionômicos dos capões do Pantanal do Abobral. *Anais do 2º Simpósio sobre Recursos Naturais e Sócios-Econômicos do Pantanal*: 203-214.
- DAVIES, K. F., MARGULES, C. R. & LAWRENCE, J. F. 2000. Which traits of species predict population declines in experimental forest fragments? *Ecology* 81:1450-1461.
- DAVIES, K. F., MELBOURNE, B. A. & MARGULES, C. R. 2001. Effects of within- and between-patch processes on community dynamics in a fragmentation experiment. *Ecology* 82:1830-1846.
- DIAS, S. C., CANDIDO, D. M. & BRESOVIT, A. D. 2006. Scorpions from Mata do Buraquinho, João Pessoa, Paraíba, Brazil, with ecological notes on a population of *Ananteris mauryi* Lourenço (Scorpiones, Buthidae). *Revista Brasileira de Zoologia* 23:707-710.
- FAITH, D. P., MINCHIN, P. R. & BELBIN, L. 1987. Compositional dissimilarity as a robust measure of ecological distance. *Vegetatio* 69:57-68.
- FERREIRA, A. M. 1997. Transformações de dados em medidas de semelhança e suas interpretações ecológicas. *Revista Brasileira de Ecologia* 1:111-114.
- FOX, W. K. 1975. Bionomics of two sympatric scorpion populations (Scorpionida: Vaejovidae). *Ph.D. Dissertation*, Arizona State University, Tempe. 85 pp.
- HADLEY, N. F. & WILLIAMS, S. C. 1968. Surface activities of some North American scorpions in relation to feeding. *Ecology* 49:726-734.
- HOEFER, H., WOLLSCHIED, E. & GASNIER, T. 1996. The relative abundance of *Brotheas amazonicus* (Chactidae, Scorpiones) in different habitat types of a central Amazon rainforest. *Journal of Arachnology* 24:34-38.
- LIGHTON, J. R. B., BROWNELL, P. H., JOOS, B. & TURNER, R. J. 2001. Low metabolic rate in scorpions: implications for population biomass and cannibalism. *Journal of Experimental Biology* 204:607-613.
- LOURENÇO, W. R. 1994. Biogeographic patterns of tropical South American scorpions. *Studies on Neotropical Fauna and Environment* 29:219-231.
- LOURENÇO, W. R. 1997. A reappraisal of the geographical distribution of the genus *Ananteris* Thorell (Scorpiones: Buthidae). *Biogeographica* 73:81-85.

- LOURENÇO, W. R. 2000. Aspects of the ecology of some savannicolous brazilian scorpions. *Biogeographica* 76:185-192.
- LOURENÇO, W. R., 2002. *Scorpions of Brazil*. Les Éditons de l'If, Paris. 308pp.
- LOURENÇO, W. R., 2003. The genus *Ananteris* Thorell (Scorpiones, Buthidae) in French Guyana. *Revista Ibérica de Arachnologia* 7:183-188.
- LOURENÇO, W. R., 2005. Confirmation de la présence de la famille des Buthidae C.L. Koch, 1837 au Chili (Chelicerata, Scorpiones). *Boletín de la Sociedad Entomológica Aragonesa* 37:109-112.
- LOURENÇO, W. R., CABRAL, B. C. & BRÜEHMÜELLER-RAMOS, E. C. 2004. Confirmation of *Tityus confluens* Borelli, 1899 (Scorpiones, Buthidae) in Brazil and description of a new subspecies from the State of Mato Grosso do Sul. *Boletín de la Sociedad Entomológica Aragonesa* 34:27-30.
- LOURENÇO, W. R. & SILVA, E. A. 2006. A reappraisal of the geographical distribution of the complex *Tityus confluens* Borelli, 1899 (Scorpiones: Buthidae) with the description of a new species. *Entomologische Mitteilungen aus dem Zoologischen Museum Hamburg* 14:307-320.
- MACHADO, G., BONATO, V. & MARTINS, E. G. 2002. Dinâmica populacional e uso de habitats por três espécies de escorpiões (Arachnida: Scorpiones) em um fragmento de cerrado no sudeste do Brasil. In: *Programa y Resúmenes del 3er Encuentro de Aracnólogos del Cono Sur*. 37.
- MARGULES, C. R., MILKOVITS, G. A. & SMITH, G. T. 1994. Constrasting effects of habitat fragmentation on the scorpion *Cercophonius squama* and an amphipod. *Ecology* 75:2033-2042.
- POLIS, G. A. 1980. The effect of cannibalism on the demography and activity of a natural population of desert scorpions. *Behavioral Ecology and Sociobiology* 7:25-35.
- POLIS, G. A. 1990. *The Biology of Scorpions*. Stanford University Press, Califórnia. 587pp.
- POLIS, G. A. & McCORMICK, S. J. 1986. Patterns of resource use and age structure among a guild of desert scorpions. *Journal of Animal Ecology* 55:59-73.
- POLIS, G. A. & MCCORMICK, S. J. 1987. Intraguild predation and competition among species of desert scorpions. *Ecology* 68:332-343.
- POLIS, G. A., MYERS, C. A. & HOLT, R. D. 1989. The ecology and evolution of intraguild predation: potential competitors that eat each other. *Annual Review of Ecology and Systematics* 20:297-330.

- POLIS, G. A., SISSOM, W. D. & MCCORMICK, S. J. 1981. Predators of scorpions: field data and a review. *Journal of Arid Environments* 4:309-326.
- PONCE, V. M. & CUNHA, C. N. 1993. Vegetated earthmounds in tropical savannas of Central Brazil: A synthesis. *Journal of Biogeography* 20:219-225.
- PRANCE, G.T. & SCHALLER, G.B. 1982. Preliminary study of some vegetation types of the Pantanal, Mato Grosso, Brazil. *Brittonia* 34:228-251.
- RADAMBRASIL. 1982a. Levantamento de recursos naturais. *Volume 27*: Folha SE.21 Corumbá.
- RADAMBRASIL. 1982b. Levantamento de recursos naturais. *Volume 28*: Folha SF.21 Campo Grande.
- TRICART, J. 1982. El Pantanal: Un ejemplo del impacto de la geomorfología sobre el medio ambiente. *Geografía* 7:37-50.