

UNIVERSIDADE ESTADUAL DE MARINGÁ
CENTRO DE CIÊNCIAS BIOLÓGICAS
DEPARTAMENTO DE BIOLOGIA
PROGRAMA DE PÓS-GRADUAÇÃO EM ECOLOGIA DE
AMBIENTES AQUÁTICOS CONTINENTAIS

FELIPE EMILIANO AMADEO

Estrutura da comunidade de insetos (Arthropoda: Insecta) associados à *Aechmea distichantha* Lem. (Bromeliaceae)

Maringá
2012

FELIPE EMILIANO AMADEO

Estrutura da comunidade de insetos (Arthropoda: Insecta) associados à *Aechmea distichantha* Lem. (Bromeliaceae)

Dissertação apresentada ao Programa de Pós-Graduação em Ecologia de Ambientes Aquáticos Continentais do Departamento de Biologia, Centro de Ciências Biológicas da Universidade Estadual de Maringá, como requisito parcial para obtenção do título de Mestre em Ciências Ambientais.

Área de concentração: Ciências Ambientais

Orientador: Prof. Dr. Fábio Amodeo Lansac-Tôha

Maringá
2012

"Dados Internacionais de Catalogação-na-Publicação (CIP)"
(Biblioteca Setorial - UEM. Nupélia, Maringá, PR, Brasil)

A481e Amadeo, Felipe Emiliano, 1985-
Estrutura da comunidade de insetos (Arthropoda: Insecta) associados à *Aechmea distichantha* Lem. (Bromeliaceae) / Felipe Emiliano Amadeo. -- Maringá, 2012.
50 f. : il. (algumas color.).
Dissertação (mestrado em Ecologia de Ambientes Aquáticos Continentais)--
Universidade Estadual de Maringá, Dep. de Biologia, 2012.
Orientador: Prof. Dr. Fábio Amodeo Lansac-Tôha.
1. Fauna associada - Entomofauna - *Aechmea distichantha* Lem. (Bromeliaceae)
"bromélias" - Paraná (Estado). 2. Fitotelma - Bromeliaceae - Paraná (Estado). 3. Insecta
(Arthropoda) "inseto" - Comunidades, Ecologia de - Paraná (Estado). I. Universidade
Estadual de Maringá. Departamento de Biologia. Programa de Pós-Graduação em
Ecologia de Ambientes Aquáticos Continentais.

CDD 22. ed. -595.71782098162
NBR/CIP - 12899 AACR/2

FELIPE EMILIANO AMADEO

Estrutura da comunidade de insetos (Arthropoda: Insecta) associados à *Aechmea distichantha* Lem. (Bromeliaceae)

Dissertação apresentada ao Programa de Pós-Graduação em Ecologia de Ambientes Aquáticos Continentais do Departamento de Biologia, Centro de Ciências Biológicas da Universidade Estadual de Maringá, como requisito parcial para obtenção do título de Mestre em Ciências Ambientais pela Comissão Julgadora composta pelos membros:

COMISSÃO JULGADORA

Prof. Dr. Fábio Amodeo Lansac-Tôha
Nupélia/Universidade Estadual de Maringá (Presidente)

Prof.^a Dr.^a Gilsa Maria de Souza-Franco
Universidade Comunitária da Região de Chapecó (Unochapecó)

Prof. Dr. Luiz Felipe Machado Velho
Nupélia/Universidade Estadual de Maringá

Aprovada em: 16 de março de 2012.

Local de defesa: Anfiteatro Prof. “Keshiyu Nakatani”, Nupélia, Bloco G-90, *campus* da Universidade Estadual de Maringá.

Dedico este trabalho a memória de
meu avô Carlos Amadeo.

AGRADECIMENTOS

- À minha mãe Iracema, meu pai Zé Carlos e minha irmã “cabeçuda” Carol, pelo amor, carinho, paciência (principalmente as broncas) e apoio em toda minha vida. Amo muito todos vocês;
- Ao meu orientador “Fabinho”, que antes de professor foi e é um grande amigo, desde os imemoriáveis tempos da graduação. Agradeço principalmente por ter me aturado por todo esse tempo, mesmo com a insistência nessa “ideia maluca” de trabalhar com algo que não fosse do zooplâncton;
- À Prof^a. Dr^a. Norma Segatti Hahn, suas alunas Andréia Isaac e Marlene Rodrigues da Silva, pelo auxílio na identificação de alguns dos macroinvertebrados coletados;
- A todos aqueles que ajudaram nas análises estatísticas - Dr. Nadson Ressayé Simões, Bianca Trevizan, Juliana Déo Dias e Clarice Maria Leal;
- A Prof^a Dr^a. Maria Conceição de Souza e toda a galera do Laboratório de Matas Ciliares do Nupélia, pela ajuda na identificação das plantas, localização da área de estudo e pelas risadas durante as saídas de campo em busca das bromélias;
- Ao Tião e seu facão, pela inestimável ajuda nas coletas das plantas e aos companheiros de coletas Prof. Dr. Luiz Felipe “Old-Axe”, Paulão, Gisele, Nando e Bia, pela companhia nas escaladas dos barrancos e nas noites intermináveis de trabalho;
- A todo o pessoal dos Laboratórios de Zooplâncton e Protozoários Plânctonicos, pelas risadas e cafés, durante o pouco tempo que passei por lá;
- Aos Senhores Leandro Fulone Junio, Danilo Renzende Lopes Filho e Carlos Eduardo Aguiar Soares pelas importantes discussões sócio-científicas-culturais-filosóficas acerca da “busca de conhecimento”;
- Aos amigos da turma de mestrandos de 2009, pelas risadas em sala e nas aulas de campo;
- A minha namorada Bianca Trevizan, a pessoa mais importante da minha vida, sem a qual eu não teria forças para conseguir terminar este trabalho. Linda te amo, obrigado por tudo, pelo carinho, a paciência, a compreensão e pelo amor que você tem dedicado por mim. EU TE AMO!
- Aos técnicos e auxiliares do Laboratório de Zoologia da Universidade Estadual de Maringá, pela disponibilização do material para a identificação;
- A todos aqueles que contribuíram de alguma forma para a realização deste trabalho;
- Ao Programa de Pós-graduação em Ecologia de Ambientes Aquáticos Continentais e ao Nupélia, pelo apoio logístico e financeiro oferecido para a realização deste trabalho;
- Ao Conselho Nacional de Desenvolvimento Científico e Tecnológico (CNPq), pela concessão da bolsa.

"Today the city, tomorrow the world. Tomorrow the world, and" - he calculated quickly, "on Friday the universe! Good, that leaves the weekend free.."

Sourcery

by Terry Pratchett

Estrutura da comunidade de insetos (Arthropoda: Insecta) associados à *Aechmea distichantha* Lem. (Bromeliaceae)

RESUMO

Associações entre Bromeliaceae e insetos são especialmente comuns na região neotropical e estes organismos podem usar estas plantas e seus fitotelmata como abrigo contra a dessecação e como sítios de forrageamento, de acasalamento e de oviposição. O propósito deste estudo foi analisar a riqueza e abundância da entomofauna associada à *Aechmea distichantha* (Bromeliaceae), bem como avaliar a influência do regime pluviométrico, da distribuição vertical das plantas e dos parâmetros morfométricos destas sobre estes atributos da comunidade. As coletas foram realizadas na margem esquerda do rio Paraná, em paredões rochosos que permitem o estabelecimento das bromélias. Foram realizadas seis amostragens no ano de 2010, sendo três durante o período de estiagem e três no período chuvoso, em três diferentes estratos dos paredões rochosos (superior, médio, inferior). A cada amostragem, foram coletados quatro indivíduos de *A. distichantha* em cada um dos estratos, totalizando 72 amostras. Foram coletados 8.468 indivíduos, distribuídos em 11 ordens e 67 morfoespécies, com as formas imaturas (56%) predominando sobre os insetos adultos (44%). Hymenoptera apresentou o maior número de morfoespécies e os maiores valores de abundância para a comunidade total, sendo esse padrão de abundância observado para o grupo de insetos adultos. Para as formas imaturas, Coleoptera foi a mais abundante, sendo Scirtidae a morfoespécie mais representativa. Os resultados da ANOVA revelaram que apenas a riqueza de formas imaturas variou significativamente entre os estratos ($F(2,66)=3,7065$, $p=0,02982$), enquanto que para a abundância não foram observadas diferenças significativas para a comunidade total ou para os grupos de morfoespécies. Os resultados das regressões múltiplas demonstraram que apenas o perímetro do reservatório das bromélias teve influência significativa sobre a abundância e riqueza das formas adultas. Os resultados encontrados sugerem que a distribuição das plantas ao longo do paredão (variação espacial) e a variação do perímetro do reservatório seriam responsáveis pelas alterações nos grupos de morfoespécies de insetos. As alterações fenológicas causadas pelo desenvolvimento diferenciado das bromélias ao longo dos três estratos, além das diferenças microclimáticas e de aporte de matéria orgânica causadas por esta estratificação, seriam os fatores mais influentes para as variações da riqueza de morfoespécies de insetos imaturos. No caso do grupo de insetos adultos, o aumento do perímetro da planta apresentou uma influência positiva sobre a riqueza e a abundância deste grupo, uma vez que, o aumento na disponibilidade de recursos e de microhabitats, possibilitam a coexistência de espécies com diferentes necessidades ecológicas neste ambiente.

Palavras-chave: Fitotelmata. Entomofauna. Bromélias. Paredões rochosos. Perímetro do reservatório.

Community structure of insect (Arthropoda: Insecta) associated with *Aechmea distichantha* Lem. (Bromeliaceae)

ABSTRACT

Bromeliaceae-insects associations are particularly common in the neotropics and these organisms use bromeliads and their tank as shelter against adverse climatic conditions, foraging and mating sites and nurseries. The aim of this study was to survey the richness and abundance of the entomofauna associated with *Aechmea distichantha* (Bromeliaceae), as well as to evaluate the influence of the rainfall, the plant vertical distribution and morphometric parameters on those attributes. The study was conducted at the left border of the Paraná River, which is characterized by the presence of several rocky walls that allow the establishment of the bromeliads. The samplings were performed in the year of 2010, with three samplings in the dry season and three in the rainy season, in three layers of the rock walls (lower, middle, and upper). A total of 72 samples were taken (four individuals of *A. distichantha* in each layer) in both periods. 8468 insects belonging to 11 orders and 67 morphospecies were collected, with immature (56%) dominating over adults (44%). Hymenoptera had the greater number of morphospecies in total community and was the most abundant both in total community and in the adult group. Coleoptera was the most abundant order among immature forms with Scirtidae being the most representative. ANOVA results showed that only immature morphospecies richness was significantly different among the strata ($F(2,66)=3,7065$, $p=0,02982$), while abundance significant results were not observed for any groups. Multiple regression results showed that among morphometric parameters, the bromeliad reservoir perimeter explained the abundance and richness of adult insects only. These results suggest that the distribution of the plants along the rocky wall (spatial variation) and the variation of the bromeliad reservoir perimeter were responsible for the alterations in the insect morphospecies groups. Phenological changes caused by the differentiated development of the bromeliads, which grow under different conditions of luminosity along strata, besides the microclimate and organic matter amount differences due to this stratification would be the most influent factors for the variation of immature morphospecies richness. As for the adults, an increase in bromeliad reservoir perimeter positively influences the richness and abundance, since it leads to an increase in resource availability and microhabitat, which make possible the coexistence of species with different ecological necessities in this environment.

Keywords: Phytotelmata. Entomofauna. Bromeliad. Rocky walls. Reservoir perimeter.

Este trabalho foi elaborado de acordo com as normas da publicação científica *Austral Ecology*. Disponível em: <<http://www.wiley.com/bw/submit.asp?ref=1442-9985&site=1>>.

SUMÁRIO

1	INTRODUÇÃO	09
2	METODOLOGIA	12
2.1	Área de estudo	12
2.2	Método de coleta	13
2.3	Análise Laboratorial	15
2.4	Análise dos dados	16
3	RESULTADOS	17
3.1	Dados pluviométricos	17
3.2	Atributos da comunidade	18
3.3	Parâmetros morfométricos	31
4	DISCUSSÃO	34
5	CONCLUSÃO	41
	REFERÊNCIAS	42

1 INTRODUÇÃO

Os fitotelmata podem ser definidos como pequenos habitats aquáticos formados naturalmente em plantas, os quais podem conter organismos associados (Srivastava *et al.* 2004). Eles variam de folhas modificadas (e.g. Serraceniaceae e Nepenthaceae), para partes florais (e.g. Heliconiaceae e Zingiberaceae), axilas foliares (e.g., cisternas ou tanques em bromélias, palmeiras e aráceas), cascas de frutas (e.g. Sterculiaceae), partes caídas de plantas (e.g., brácteas de palmeiras) até buracos e depressões em árvores ou troncos caídos (tanto em árvores vivas como mortas e internós de bambus - Maguire 1971; Greeney 2001; Kitching 2004; Neiss 2007; Torreias 2008). Estes habitats são característicos a diversos ecossistemas, podendo potencialmente ocorrer em todo o mundo, porém, devido à maior diversidade de espécies de plantas e da alta umidade nas regiões tropicais, esses habitats são mais comuns em florestas destas regiões (Greeney 2001; Kitching 2004; Araújo *et al.* 2004).

Cerca de 1500 espécies de plantas, listadas em 29 famílias e mais de 60 gêneros, podem vir a formar algum tipo de fitotelma (Greeney 2001; Williams 2006). A água acumulada pelo imbricamento de axilas foliares é o tipo mais comum de fitotelma encontrado e estima-se que a família Bromeliaceae possua mais de 1000 espécies com capacidade de reter água (Frank 1983). Esta família é constituída por aproximadamente 58 gêneros e 3172 espécies (Cronquist 1981; Luther 2008), sendo considerada a maior família de fanerógamas, exclusiva da região neotropical (Pita 1997; Araújo *et al.* 2004). No Brasil, a Mata Atlântica destaca-se pela riqueza de espécies de bromélias, bem como por sua alta densidade (Araújo *et al.* 2004). Essa família é caracterizada por plantas terrestres, rupícolas ou epífitas que, em geral, possuem folhas simples dispostas em forma de roseta, permitindo acúmulo de água e detritos orgânicos, tanto em suas bainhas como na parte central da planta (Leme 1984).

Em geral, o habitat formado pelo eixo foliar das bromélias é relativamente estável para insetos aquáticos e outros invertebrados, quando este é comparado com a maioria dos outros habitats formados por outros eixos foliares, como brácteas florais, reservatórios temporários no solo e até mesmo ocos de árvores (Sepka 2008). Tal fato se deve a estas plantas possuírem um tempo de vida longo (algumas chegam atingir até 20 anos ou mais) e a grande capacidade de armazenamento de água das mesmas (Williams 2006).

A água da chuva acumulada na roseta foliar de Bromeliaceae pode ser considerada um “ambiente limnológico isolado”, um microhabitat para inúmeras espécies de animais e plantas - incluindo insetos (Gates & Cascante-Marín 2004; Grohme *et al.* 2007), aracnídeos e ácaros (Mestre *et al.* 2001; Aguiar & Buhrnheim 2003; Dias & Brescovit 2003; Romero &

Vasconcellos-Neto 2004,2005; Amadeo 2012), micro e macrocrustáceos (Lopez *et al.* 1999; Ng 2004; Williams 2006; Suárez-Morales *et al.* 2010), microrganismos (Foissner *et al.* 2003; Srivastava & Bell 2009; Buosi 2011a,b), anelídeos (Lopez *et al.* 1999; Richardson *et al.* 2006), e anuros (Teixeira *et al.* 2002; Silva *et al.* 2011) - , os quais vivem em relações do tipo mutualísticas com a planta hospedeira.

Nesta relação, a comunidade associada fornece ricos nutrientes para as plantas (Maguire 1971; Greeney 2001; Mestre *et al.* 2001; Romero *et al.* 2006; Omena & Romero 2008), que são absorvidos através de tricomas especializados na base das folhas (Richardson *et al.* 2006), enquanto que as plantas fornecem abrigo contra predadores, condições climáticas severas, sítios de forrageamento, acasalamento e oviposição, para formas adultas e imaturas de diversos organismos (Romero 2005).

Enquanto alguns destes organismos passam a vida inteira no interior dos fitotelmata, outros ocupam esse hábitat apenas em suas fases juvenis. A maior parte da fauna que habita os fitotelmata é específica desse ambiente (Frank 1983), sendo o mesmo tipicamente dominado por larvas de insetos aquáticos que emergem dos tanques como adultos alados terrestres (Romero & Srivastava 2010). A classe Insecta conta com registros de mais de 70 famílias e 11 ordens para este ambiente, sendo Diptera, Coleoptera e Odonata as ordens mais representativas (Greeney 2001). Além dos organismos que vivem dentro dos tanques ou cisternas de Bromeliaceae, existem também outras espécies que vivem em suas superfícies foliares e na serapilheira acumulada no interior da planta (Araújo *et al.* 2007; Montero *et al.* 2010).

O que torna importante o estudo deste tipo de hábitat, é que os fitotelmata oferecem uma opção “plástica” para estudos dos processos ecológicos em ambientes naturais e/ou manipulados de comunidades tropicais e temperadas (Armbruster 2002). De acordo com Kitching (2004), nos últimos anos, com a transição da ecologia de comunidades de um estágio descritivo para um estágio preditivo, os estudos sobre os fitotelmata podem vir a desempenhar um papel muito mais central na ecologia, uma vez que as comunidades que ocorrem nestes microhábitats podem oferecer testes de campo para diversos conceitos teóricos, como predação, competição, dispersão e teias alimentares.

No Brasil poucos trabalhos têm sido realizados com comunidades associadas a bromélias, sendo este um dos primeiros estudos a focar este tipo de relação em uma mata ciliar associada ao rio Paraná. Os únicos trabalhos encontrados sobre as associações de bromélias com a fauna na mesma área foram os de Buosi (2011a,b), Costa (2011) e Amadeo (2012). Os dois primeiros autores avaliaram a estrutura das comunidades de protozoários

associadas às estas plantas, enquanto que o último realizou um estudo sobre a influência do regime pluviométrico e distribuição das plantas sobre a araneofauna associada. Além destes, outros trabalhos na mesma região estudaram as relações entre invertebrados e plantas, entretanto, esses estudos são referentes às relações destes organismos com macrófitas aquáticas (Takeda *et al.* 2003; Cunha *et al.* 2011).

Considerando que, em geral, os insetos possuem formas imaturas e adultas morfologicamente distintas e que essas diferentes fases de desenvolvimento possuem diferentes nichos ecológicos dentro da comunidade associada aos fitotelmata de Bromeliaceae, é interessante para compreender a estrutura da mesma não só estudar os aspectos da comunidade como um todo, mas também dos grupos de morfoespécies constituídos somente por formas adultas ou por formas imaturas. Assim, o objetivo deste trabalho foi realizar um levantamento da riqueza e da abundância dos insetos (adultos e imaturos) associados à *Aechmea distichantha* Lem. (Bromeliaceae), bem como avaliar a influência do regime pluviométrico e da distribuição vertical das plantas ao longo dos paredões rochosos sobre estes atributos. Além disso, procurou-se investigar se os parâmetros morfométricos das plantas (altura da planta, número de folhas, volume e perímetro do reservatório) têm influência na estrutura da comunidade de insetos associadas às mesmas. Para tanto, testaram-se as hipóteses de que (i) a abundância e a riqueza de morfoespécies de insetos (tanto para a comunidade total, quanto para os grupos de morfoespécies adultas e imaturas) são significativamente diferentes entre os dois períodos amostrados, com maiores valores destes atributos no segundo período, onde devido a um aumento na intensidade das chuvas, haveria um aumento na disponibilidade de recursos nos fitotelmata; (ii) a abundância e a riqueza de morfoespécies de insetos (tanto para a comunidade total, quanto para os grupos de morfoespécies adultas e imaturas) são distintas entre os estratos dos paredões, de maneira que as plantas do estrato superior apresentariam um maior número de espécies e de indivíduos, devido à facilidade de acesso deste estrato através do topo dos paredões. Por fim testou-se a hipótese de que (iii) a estrutura da comunidade de insetos varia em função do tamanho da planta e volume de água acumulados pelas bromélias, de forma que plantas mais altas e com mais folhas teriam maiores valores de riqueza e abundância de insetos adultos, enquanto que plantas com tanques mais volumosos (maiores perímetros e maior volume de água) teriam maiores valores de riqueza e abundância de formas imaturas.

2 METODOLOGIA

2.1 Área de estudo

A área de estudo está inserida na bacia do alto rio Paraná, no trecho situado entre a foz do rio Paranapanema e a foz do rio Ivinhema, cerca de 200 km a montante do reservatório de Itaipu, sendo este, o último trecho livre deste rio em território brasileiro (Takeda *et al.* 2002). As coletas foram realizadas na margem esquerda do rio Paraná (PR, Brasil), na região entre a Base Avançada do Núcleo de Pesquisas em Limnologia Ictiologia e Aquicultura (Nupélia), no município de Porto Rico – PR, e o distrito de Porto São José, município de São Pedro do Paraná – PR (Figura 1). Esta região é caracterizada pela assimetria entre ambos os lados do vale, sendo a margem esquerda mais elevada, marcada por paredões formados por rochas sedimentares do Período Cretáceo e esparsas áreas de inundação (Souza Filho & Stevaux 2004). Estes paredões proporcionam a instalação de diversas espécies de plantas epifíticas, como as bromélias utilizadas neste estudo.

O clima da região é do tipo Cfa (clima tropical – subtropical), conforme o sistema de Köppen. O regime pluviométrico varia de 1400 a 1600 mm/ano, apresentando o máximo de chuvas no verão e o mínimo no inverno e a umidade relativa anual é de 65 a 70%. A temperatura média anual varia de 23 a 24°C, sendo janeiro o mês mais quente e junho o mais frio (IBGE 1990; IAPAR 2000). A vegetação ripária da bacia do alto rio Paraná encontra-se inserida no Bioma Mata Atlântica e na tipologia Floresta Estacional Semidecidual. As formações florestais na área de estudo estão reduzidas a fragmentos e matas ciliares, formando cordões próximos às margens do rio Paraná (Campos & Souza 1997; Souza & Kita 2002).

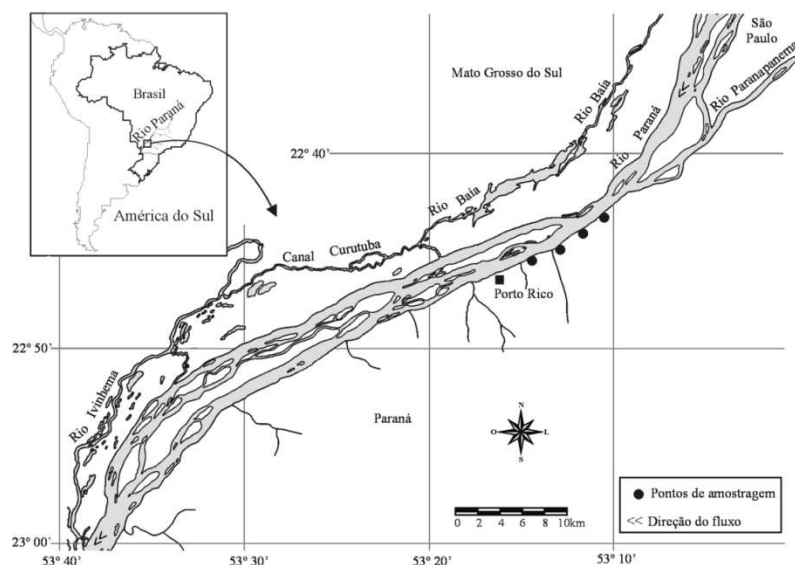


Figura 1: Mapa indicando os pontos de amostragem na margem esquerda do rio Paraná.

2.2 Método de Coleta

Em maio de 2009 foi realizada uma coleta piloto com a finalidade de se verificar quais seriam as possíveis espécies de Bromeliaceae que poderiam constituir um ambiente fitotélmico. A busca por estas plantas foi baseada em levantamentos florísticos realizados por Tomazini (2003, 2007) para epífitas da planície de inundação do alto rio Paraná e áreas adjacentes a esta. A espécie selecionada para a realização deste trabalho foi *Aechmea distichantha* Lem. (Bromeliaceae - Figura 2), devido à sua alta densidade na região.

Indivíduos de *A. distichantha* possuem uma ampla distribuição na América do Sul, ocorrendo desde o nível do mar até altitudes próximas a 2400 m, e podem ser encontradas como plantas terrestres ou epífitas (epífitas facultativas) em florestas decíduais ou semidecíduais do sul do Brasil, Bolívia, Paraguai, Uruguai e do norte da Argentina (Smith & Downs 1979). Segundo Reitz (1983), esta Bromeliaceae possui de 40 a 100 cm de altura, com poucas folhas (de 15 a 25) dispostas em rosetas, densamente reunidas na porção inferior da planta formando cisternas. O volume de água contido nesses pequenos tanques possui em média 200 cm³. As folhas são acanalado-côncavas, com as margens cobertas por robustos espinhos, terminando em ponta aguda e pungente.



Figura 2: A e B - Indivíduo da espécie de bromélia *Aechmea distichantha* Lem.; C – Fitotelma de *A. distichantha* (Fotografias A, B e C: Prof. Doutora Maria Conceição de Souza); D - Desenho esquemático de *A. distichantha* Lem. (Arte de Domingos Fossari, Reitz, 1983).

Com o objetivo de avaliar a influência da distribuição das bromélias sobre a comunidade de insetos, foram amostradas plantas em três diferentes estratos dos paredões rochosos: inferior, médio e superior (Figura 3). A altura dos estratos foi definida na primeira coleta, levando-se em consideração a localização das plantas e o nível do rio. As plantas localizadas no estrato inferior estavam a aproximadamente três metros do nível do rio; aquelas pertencentes ao estrato médio situavam-se entre três e sete metros do nível do rio; e aquelas classificadas como superiores estavam a mais de sete metros do nível do rio. Independentemente da variação do nível do rio, a abrangência de cada estrato foi respeitada nas coletas subsequentes. Foi observado que a cobertura vegetal no topo dos paredões rochosos causou padrões diferenciados de iluminação ao longo destes, com os estratos superior e médio estando sombreados pela vegetação ripária na maioria das coletas. Ocasionalmente, algumas plantas amostradas estavam localizadas em árvores que cresciam nos paredões.

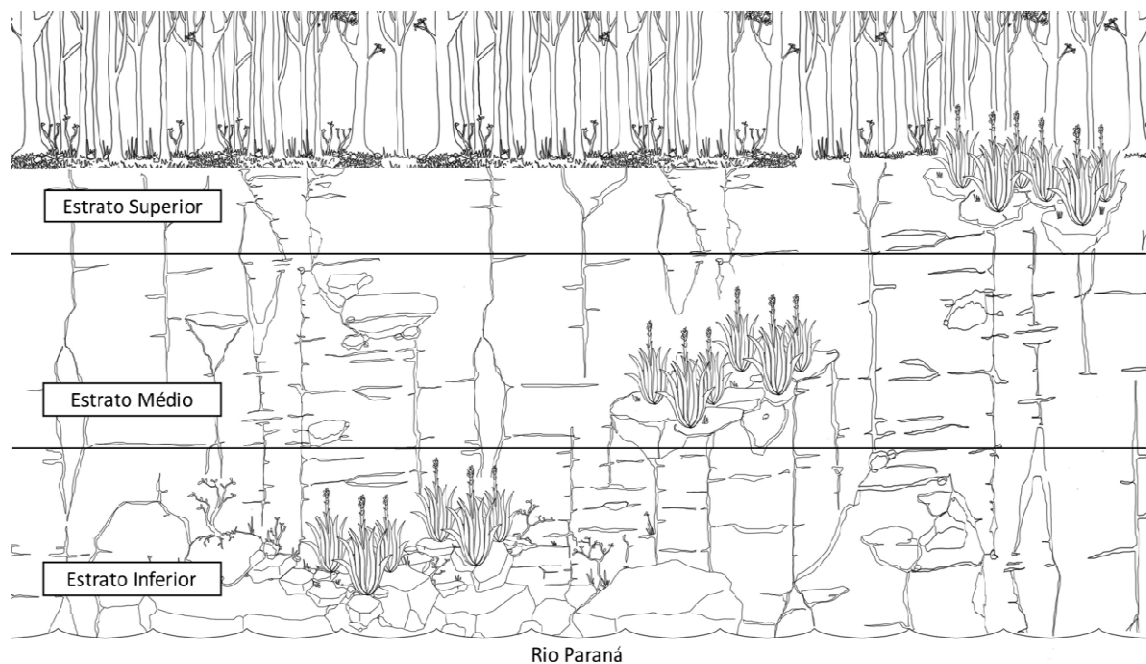


Figura 3: Desenho esquemático dos paredões rochosos na margem esquerda do rio Paraná, com destaque para os três estratos amostrados (Arte de Ciro Joko).

A fim de avaliar a influência do regime pluviométrico sobre a comunidade de insetos realizaram-se seis coletas no ano de 2010, sendo que três delas ocorreram em meses de estiagem (fevereiro, março e abril) e as outras três, em período de chuvas (outubro e novembro). Em cada uma das amostragens foram coletados quatro indivíduos de *A. distichantha* em cada um dos estratos, perfazendo-se um total de 72 amostras ao longo de todo estudo. Os dados de pluviometria foram obtidos através da estação climatológica do

Nupélia, situada na região da Base Avançada de Pesquisas, no município de Porto Rico, Paraná. Foram utilizados apenas os dados pluviométricos acumulados de 15 dias imediatamente anteriores às amostragens. De acordo com Sepka (2008), a precipitação está diretamente relacionada com a quantidade de água presente no eixo foliar, importante fator relacionado com a abundância e riqueza de espécies da comunidade associada.

As plantas foram removidas manualmente dos paredões e colocadas em sacos plásticos devidamente etiquetados, com o estrato e o número da planta, para serem transportadas até o laboratório da Base Avançada de Pesquisas do Nupélia. Já no laboratório, durante o processo de retiradas das plantas dos sacos plásticos, os insetos que por ventura ainda estivessem presos no interior destes ou tentassem fugir da planta eram coletados e fixados em potes de polietileno contendo álcool 70%, previamente preparados para esse fim e identificados com os mesmos dados de cada saco de plantas.

Com o intuito de testar a influência dos parâmetros morfométricos das plantas sobre a comunidade associada, foram realizadas as medidas da altura da planta, do perímetro do reservatório e a contagem do número de folhas de cada bromélia. A água contida no interior de cada planta foi removida, e o volume obtido foi amostrado com o auxílio de uma proveta.

Para a coleta dos insetos nas bromélias seguiu-se a metodologia proposta por Sepka (2008) para coleta de macroinvertebrados associados a essas plantas. As folhas foram cortadas próximas à base, desmontadas, verificadas uma a uma e lavadas com água destilada, sobre uma bandeja de cor branca e de tamanho adequado para não perder nenhum indivíduo. A fauna associada foi separada por data de coleta e por planta de origem/estrato. As amostras foram mantidas em álcool hidratado a 70% e levadas até o Laboratório de Zoologia do Departamento de Biologia da Universidade Estadual de Maringá, onde foi realizada a triagem, a contagem e a identificação em morfoespécies.

2.3 Análise Laboratorial

Para a separação dos insetos em morfoespécies dentro de cada ordem, foram utilizados os textos e chaves presentes em Borror *et al.* (1989). A identificação baseou-se em características gerais destes organismos, como forma do corpo, tipo de asa, estrutura do aparelho bucal, segmentação e estrutura das antenas, estrutura e forma do tarso, distribuição de cerdas e espinhos ao longo do exoesqueleto (Armbruster *et al.* 2002).

Embora a identificação em morfoespécies seja uma prática comum em estudos de macroinvertebrados associados à fitotelmata, existem alguns problemas relacionados com o uso delas como unidade de classificação. Algumas espécies podem apresentar uma grande

variedade de formas e tamanhos e podem, portanto, ser identificadas como várias morfoespécies diferentes. Além disso, larvas e adultos de uma mesma espécie em geral são classificados como morfoespécies diferentes. No entanto, estas diferentes fases de desenvolvimento podem ter diferentes nichos ecológicos dentro da comunidade e por isso torna-se necessário, para compreender a estrutura da mesma, identificar os diferentes estágios como morfoespécies diferentes (Armbruster *et al.* 2002; Araújo *et al.* 2007; Jabiol *et al.* 2009; Montero *et al.* 2010), como foi realizado neste estudo. Ademais, o uso de morfoespécies é uma prática comum em grandes coleções de artrópodes tropicais, uma vez que a determinação precisa do “status” taxonômico de cada espécime armazenado nas coleções exigiria anos de trabalho, e envolveria o reconhecimento de muitas espécies não descritas anteriormente (Cotgreave *et al.* 1993; Armbruster *et al.* 2002).

2.4 Análise dos dados

Para verificar se houve diferenças nos valores de riqueza de morfoespécies e abundância (de toda a comunidade e dos grupos de formas imaturas e adultas) entre os períodos hidrológicos e entre os estratos, foi realizada uma Análise de Variância Bi-Fatorial (ANOVA Two-Way), sendo a abundância e os valores de riqueza das morfoespécies as variáveis dependentes e os períodos (chuvoso e de estiagem) e estratos (inferior, médio e superior) as variáveis categóricas. Os dados foram logaritimizados para atender aos pressupostos de normalidade e homocedasticidade.

A riqueza de morfoespécies dos dois períodos e dos três estratos também foi comparada através de curvas de acumulação de espécies (rarefação). A comparação deste atributo através destas curvas tem o objetivo de eliminar o efeito da abundância sobre a riqueza de espécies (Ludwig & Reynolds 1988).

Para estimar a riqueza de espécies de insetos associada às bromeliáceas nos paredões rochosos, foram calculados índices de extrapolação não-paramétricos baseados em dados de incidência. Foram utilizados quatro estimadores não-paramétricos de riqueza: Jackknife de primeira ordem, Jackknife de segunda ordem, ICE e Bootstrap. Os três primeiros baseiam-se na proporção de espécies raras em relação à riqueza total observada. As medidas de raridade empregadas pelos estimadores Jackknife de primeira ordem e Jackknife de segunda ordem são: espécies representadas por apenas um (singleton) ou dois indivíduos (doubleton) em toda amostragem, ou; espécies que ocorrem em apenas uma (unique) ou duas amostras (duplicate). Para o estimador ICE considerou-se presença em até 10 amostras. O Bootstrap difere dos demais por utilizar dados de todas as espécies coletadas para estimar a riqueza total, através

da soma da riqueza observada com o inverso da proporção de amostras em que ocorre cada espécie. Estes estimadores foram descritos detalhadamente por Santos (2003) e calculados através do programa EstimateS versão 8.2 (Colwell 2009), sendo os dados randomizados 50 vezes.

Para ilustrar diferenças no número de morfoespécies, diagramas de Venn foram utilizados para comparar o número de espécies exclusivas e compartilhadas entre os períodos e entre os estratos e também para demonstrar a similaridade da composição da fauna de insetos.

Estudos prévios indicaram que as variáveis morfométricas das plantas são importantes na determinação dos atributos ecológicos das comunidades a elas associadas (Richardson 1999; Juncá & Borges 2002; Ospina-Bautista *et al.* 2004; Paradise 2004; Carneiro *et al.* 2007; Pereira *et al.* 2007; Sepka 2008; Jabiol *et al.* 2009; Panizzo 2011). Desse modo, a fim de verificar o efeito dos diferentes parâmetros morfométricos mensurados (altura da planta, número de folhas, perímetro do reservatório e volume de água da bromélia) sobre a riqueza de morfoespécies e a abundância (de toda a comunidade e dos grupos de formas imaturas e adultas) de insetos associados a *A. distichantha*, foram realizadas Análises de Regressão Múltipla. Foram considerados como variáveis preditivas os atributos ecológicos da comunidade e como as variáveis intervenientes, os parâmetros morfométricos das plantas. Os dados utilizados na análise foram logaritmizados. Os modelos apresentados na análise indicam as variáveis influentes sobre a estruturação da comunidade.

3 RESULTADOS

3.1 Dados pluviométricos

Embora não tenha ocorrido uma diferença significativa na precipitação entre as coletas ($F(1,4)=0,0053$; $p=0,9454$), foi possível, a partir da distribuição dos dados pluviométricos, estabelecer dois períodos distintos: um período seco e outro chuvoso (Figura 4). O primeiro período foi composto pelos meses de Fevereiro, Março e Abril, com alta incidência de chuvas apenas em alguns dias antes da primeira coleta. O mês de Fevereiro, embora esteja no período seco, foi o que apresentou os maiores valores de precipitação, com 122,8 mm nos 15 dias que antecederam a coleta. Entretanto, nas coletas seguintes deste mesmo período, os valores de chuva foram os menores, com 1,4 mm para o mês de Março e chegando a zero mm em Abril.

O período chuvoso compreendeu os meses de Outubro e Novembro com chuvas bem distribuídas ao longo das três coletas. No mês de Outubro foram realizadas duas amostragens

(com um total de 113 mm de chuvas nas semanas que antecederam as coletas), sendo que 22,6 mm antecederam a primeira coleta e 90,4 mm antecederam a segunda. O mês de Novembro foi o que apresentou os menores valores de precipitação do período chuvoso, como 21,4 mm nos 15 dias que antecederam a coleta.

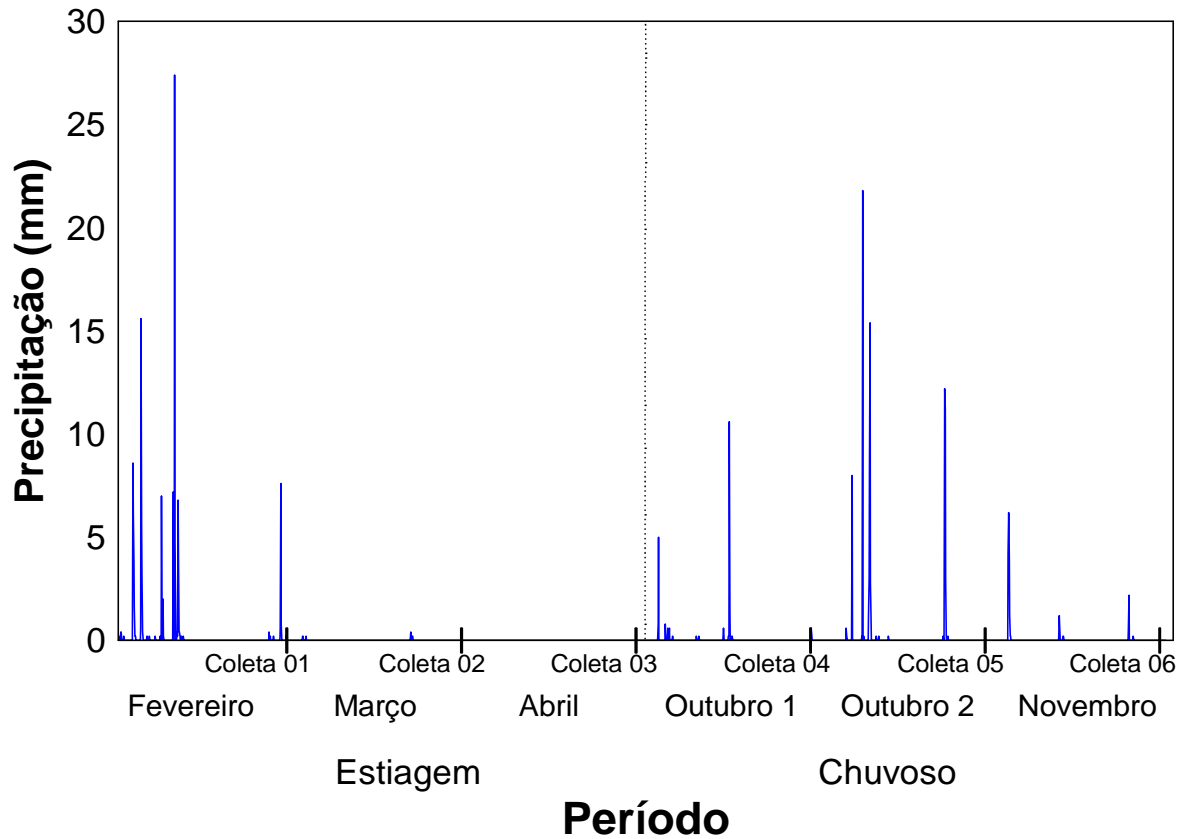


Figura 4: Distribuição das chuvas durante os meses de amostragem ao longo de todo o estudo.

3.2 Atributos da comunidade

Considerando todo o período de estudo, foram coletados 8.468 indivíduos, entre formas adultas e imaturas de insetos associados a *A. distichantha*, distribuídos em 11 ordens e 67 morfoespécies (Tabela 1). As formas imaturas ($n=4.733$ indivíduos; 55,89%) predominaram sobre os insetos adultos ($n=3.735$; 44,11%).

Os resultados dos índices de extrapolação não-paramétricos demonstraram que o número de morfoespécies encontrado representou de 58% a 83% do número estimado pelos índices utilizados. Bootstrap (80 morfoespécies) e Jackknife de primeira ordem (97 morfoespécies) foram os índices de extrapolação que apresentaram o número de morfoespécies mais próximo do número observado (67 morfoespécies – Figura 5).

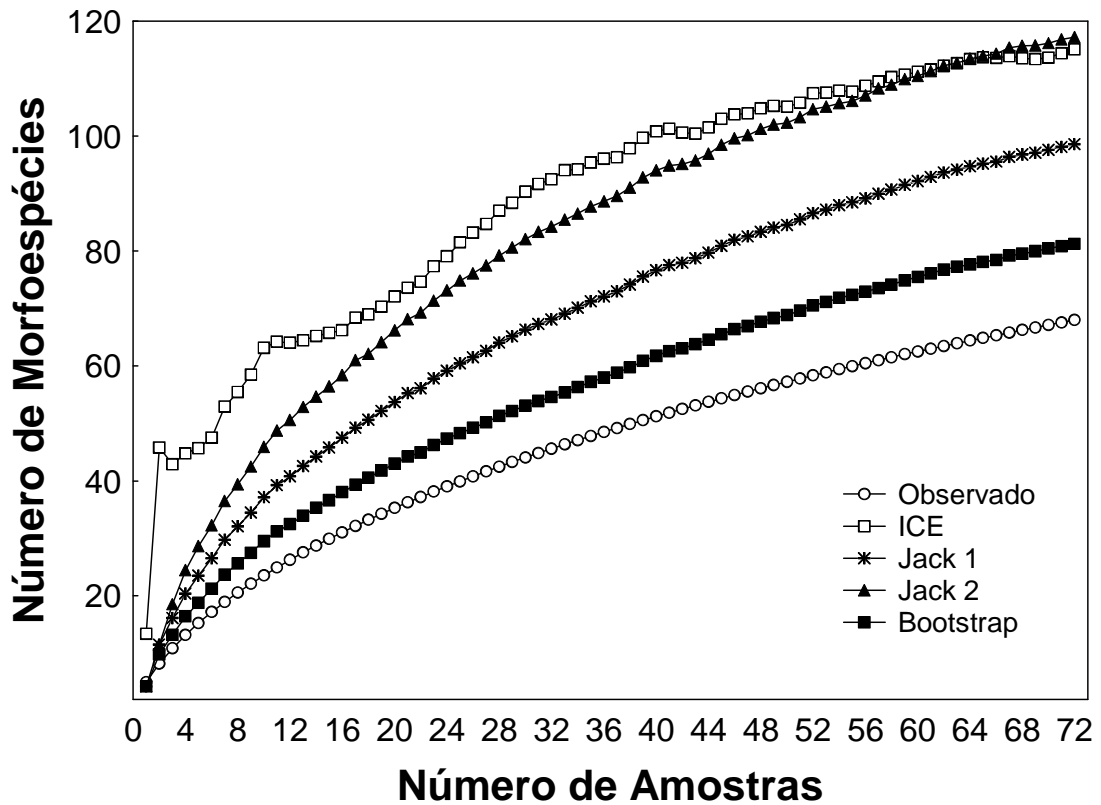


Figura 5: Resultados dos índices de extrapolação não-paramétricos para o número de morfoespécies de insetos associados à *A. distichantha* durante todo o período de estudo.

Em relação ao número de morfoespécies dentro de cada ordem (Figura 6), Hymenoptera foi a mais representativa, com 19 morfoespécies, seguida por Coleoptera (n=18), Diptera (n=13) e Lepidoptera (n=7).

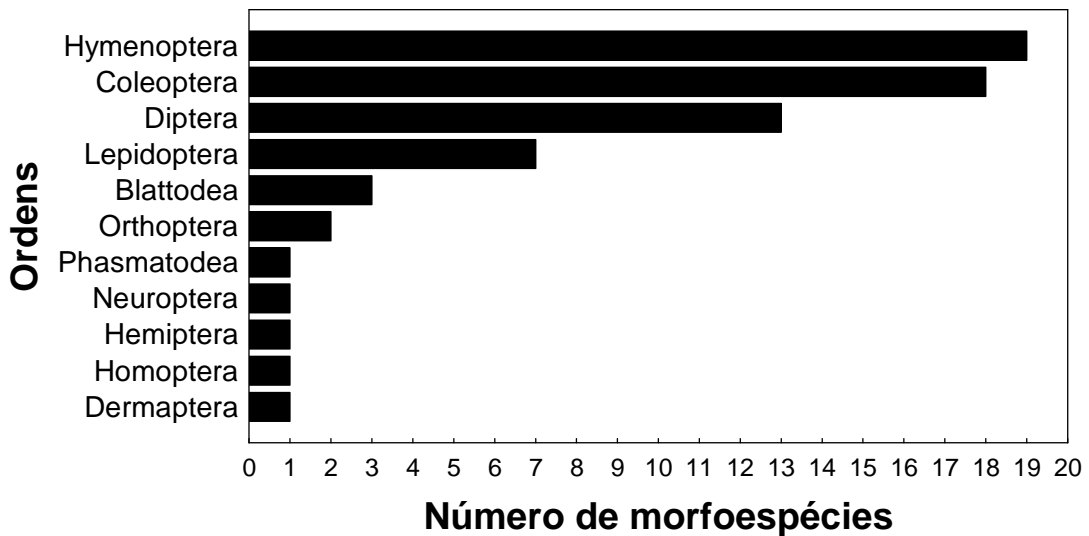


Figura 6: Número de morfoespécies de insetos para as diferentes ordens associadas à *A. distichantha* durante o estudo.

Do total de morfoespécies consideradas em todo estudo (Tabela 1), verifica-se que 25 destas são comuns aos dois períodos hidrológicos analisados. O período chuvoso apresentou o maior número de morfoespécies (n=47), sendo que este período apresentou 22 morfoespécies de ocorrência exclusiva. O período de estiagem apresentou o menor número de morfoespécies (n=45), com 20 morfoespécies de caráter exclusivo (Figura 7A).

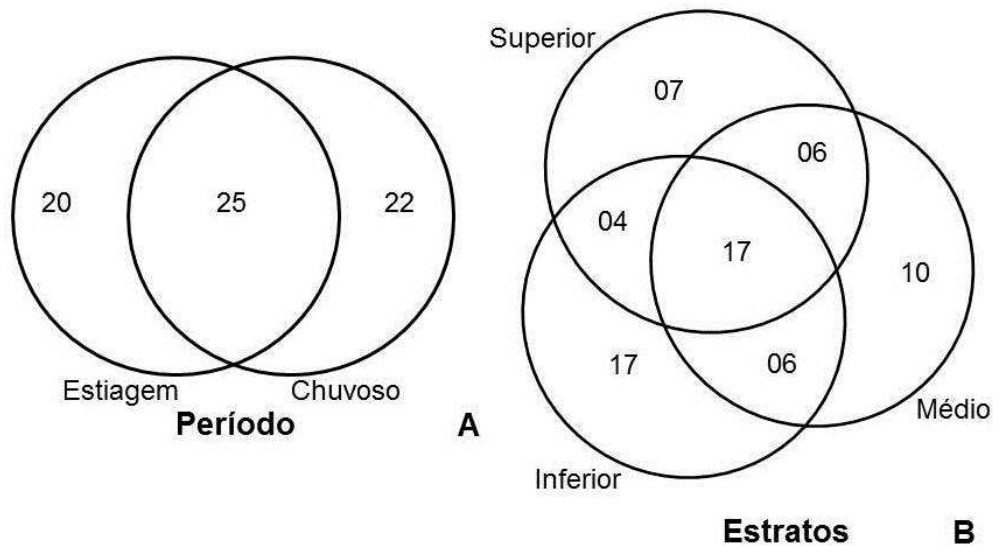


Figura 7: Diagramas de Venn representando o número de morfoespécies de insetos exclusivas e compartilhadas. A- distribuição da riqueza entre os períodos do estudo; B –distribuição das morfoespécies associadas à *A. distichantha* nos estratos delimitados nos paredões rochosos da margem esquerda do rio Paraná.

Quando se observa o total de morfoespécies coletadas em função da localização espacial das bromélias, percebe-se que 17 destas foram comuns aos três estratos, e outras 16 morfoespécies foram compartilhadas entre pelo menos dois estratos dos paredões (Figura 7B). O estrato inferior apresentou 44 morfoespécies, sendo esse o maior número de morfoespécies encontrado, e destas, 17 foram de caráter exclusivo deste estrato. O estrato médio apresentou 39 morfoespécies, e entre estas, 10 foram exclusivas nesse estrato. Para o estrato superior foram registradas 34 morfoespécies e destas, apenas sete foram de ocorrência exclusiva no mesmo, sendo estes os menores valores registrados para os três estratos analisados.

Tabela 1: Ocorrência das morfoespécies de insetos registradas durante os dois períodos de estudo e nos diferentes estratos (Inferior 0-3m, Médio 3-7m e Superior >7m. Estádio de Desenvolvimento: A: Adultos, L: Formas Imaturas. Para a ordem Hymenoptera a morfoespécie marcada com asterisco no início do nome constitui a forma imatura da morfoespécie logo acima desta).

Ordem	Morfoespécie/espécie	Períodos						Estádio de Desenvolvimento
		Estiagem			Chuvoso			
		Inferior	Médio	Superior	Inferior	Médio	Superior	
Blattodea								
	Blattodea sp 01	+	+	+	+	+	+	A
	Blattodea sp 02	+	+		+	+		A
	Blattodea sp 03			+	+			A
Coleoptera								
	Coleoptera sp 01	+						A
	Coleoptera sp 02		+	+		+		A
	Coleoptera sp 03		+		+			A
	Coleoptera sp 04			+		+		A
	Coleoptera sp 05			+				A
	Coleoptera sp 06				+			A
	Coleoptera sp 07				+	+	+	A
	Coleoptera sp 08				+		+	A
	Coleoptera sp 09					+		A
	Coleoptera sp 10					+		A
	Coleoptera sp 11				+			A
	Coleoptera sp 12				+			A
	Coleoptera sp 13				+			A
	Coleoptera sp 14				+	+		A
	Coleoptera sp 15				+			A
	Coleoptera sp 16						+	A
	Coleoptera sp 17						+	A
	Scirtidae	+	+	+	+	+	+	L
Dermaptera								
	Dermaptera sp 01	+						A
Diptera								
	Diptera sp 01	+	+	+	+		+	L
	Diptera sp 02	+	+	+	+	+	+	L
	Diptera sp 03	+	+	+	+	+	+	L
	Diptera sp 04	+					+	L
	Diptera sp 05	+	+	+			+	L
	Diptera sp 06		+					L
	Diptera sp 07		+					L
	Diptera sp 08		+		+	+	+	L
	<i>Drosophila</i> sp 01		+					A
	<i>Drosophila</i> sp 02	+						A

Cont.

							<i>Cont.</i>
	<i>Drosophila</i> sp 03		+				A
	<i>Drosophila</i> sp 04			+			A
	<i>Drosophila</i> sp 05					+	A
Hemiptera							
	Hemiptera sp 01	+	+				A
Homoptera							
	Homoptera sp 01		+				A
Hymenoptera							
	Hymenoptera sp 01	+			+	+	A
	*Hymenoptera sp 13				+		L
	Hymenoptera sp 02	+	+		+	+	A
	*Hymenoptera sp 14	+	+				L
	Hymenoptera sp03	+		+		+	A
	*Hymenoptera sp 15	+					L
	Hymenoptera sp 04	+	+	+	+	+	A
	*Hymenoptera sp 16			+	+	+	L
	Hymenoptera sp 05			+	+	+	A
	Hymenoptera sp 06	+	+	+			A
	*Hymenoptera sp 17		+				L
	Hymenoptera sp 07	+		+		+	A
	*Hymenoptera sp 18	+					L
	Hymenoptera sp 08				+		A
	Hymenoptera sp 09		+		+	+	A
	*Hymenoptera sp 19		+				L
	Hymenoptera sp 10	+					A
	Hymenoptera sp 11				+	+	A
	Hymenoptera sp 12					+	A
Lepidoptera							
	Lepidoptera sp 01	+	+	+	+	+	L
	Lepidoptera sp 02	+	+			+	L
	Lepidoptera sp 03			+		+	L
	Lepidoptera sp 04			+			L
	Lepidoptera sp 05				+		L
	Lepidoptera sp 06				+		L
	Lepidoptera sp 07				+		L
Neuroptera							
	Neuroptera sp 01					+	L
Orthoptera							
	Orthoptera sp 01	+			+	+	A
	Orthoptera sp 02			+			A
Phasmatodea							
	Phasmatodea sp 01				+		A

Não houve diferenças significativas quanto à distribuição dos valores totais da riqueza de insetos associados à *A. distichantha* entre os períodos e os estratos analisados (Anova Bi-Fatorial $F(2,66)=0,49501$, $p=0,61181$ – Figura 8). O período chuvoso apresentou uma média de 13 morfoespécies (variando de oito a 17 morfoespécies por coleta), enquanto que durante o período de estiagem foram coletadas em média 12 morfoespécies (com variação de sete a 16 morfoespécies por coleta). Em relação à distribuição espacial, o estrato inferior e o estrato médio apresentaram valores médios de riquezas similares, com 12 morfoespécies cada (variando de 7 a 17 morfoespécies e de 10 a 16, respectivamente). O estrato superior apresentou os menores valores de riqueza de morfoespécies, com uma média de 11 morfoespécies (8 a 14 morfoespécies).

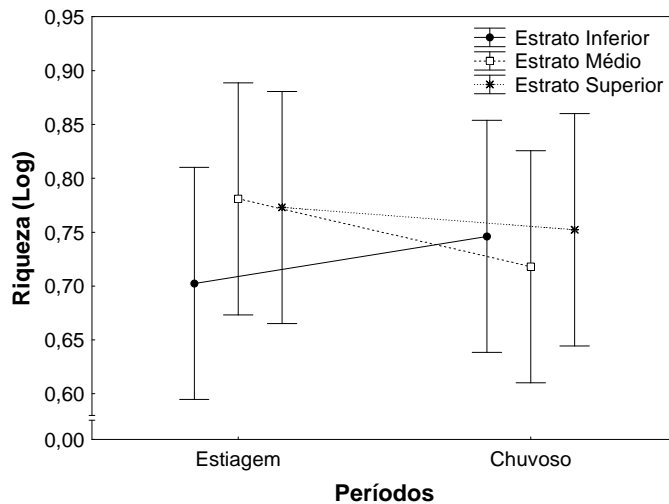


Figura 8: Valores de riqueza de morfoespécies de insetos nos três estratos e nos dois períodos de amostragem. Os pontos representam as médias e as barras, o intervalo de confiança de 95%. Os dados de riqueza foram logaritmizados.

A distribuição dos valores de riqueza de morfoespécies do grupo constituído pelos insetos adultos, assim como os padrões observados para os valores de riqueza da comunidade como um todo, também não apresentaram diferenças significativas para os estratos e os períodos (Anova Bi-Fatorial - $F(2,66)=0,33924$, $p=0,71354$). O grupo formado pelas morfoespécies imaturas, por sua vez, apresentou diferenças significativas quanto à sua distribuição entre os estratos (Anova Bi-Fatorial - $F(2, 66)=3,7065$, $p=0,02982$ - Figura 9), contudo estas diferenças não foram significativas entre os períodos (Anova Bi-Fatorial - $F(1,66)= 1,9191$, $p=0,170624$).

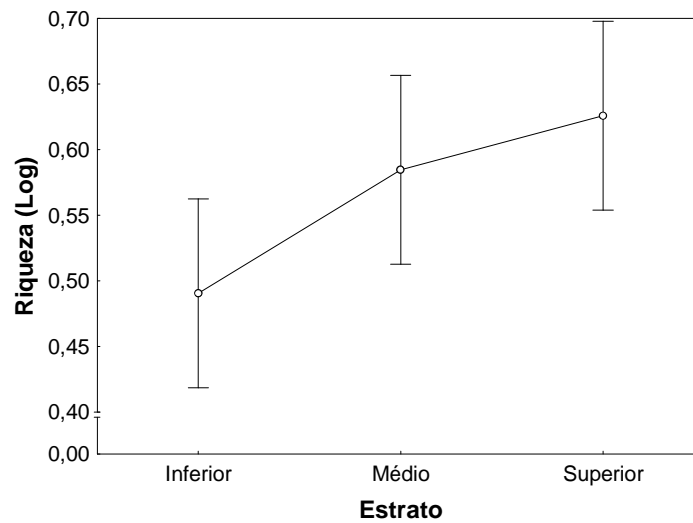


Figura 9: Valores de riqueza para o grupo das morfoespécies imaturas de insetos nos três estratos do estudo. Os pontos representam as médias e as barras, o intervalo de confiança de 95%. Os dados de riqueza foram logaritmizados.

Quando se observam os resultados das curvas de rarefação, para um mesmo valor de abundância, tem-se que os maiores valores de riqueza foram encontrados para o estrato inferior no período chuvoso (Figura 10). Este resultado contrasta com aqueles apresentados na Figura 8, que indicam maiores valores deste atributo para o estrato médio no período de estiagem. Esta divergência revela que os valores de abundância totais influenciaram os valores da riqueza totais de morfoespécies nas amostras.

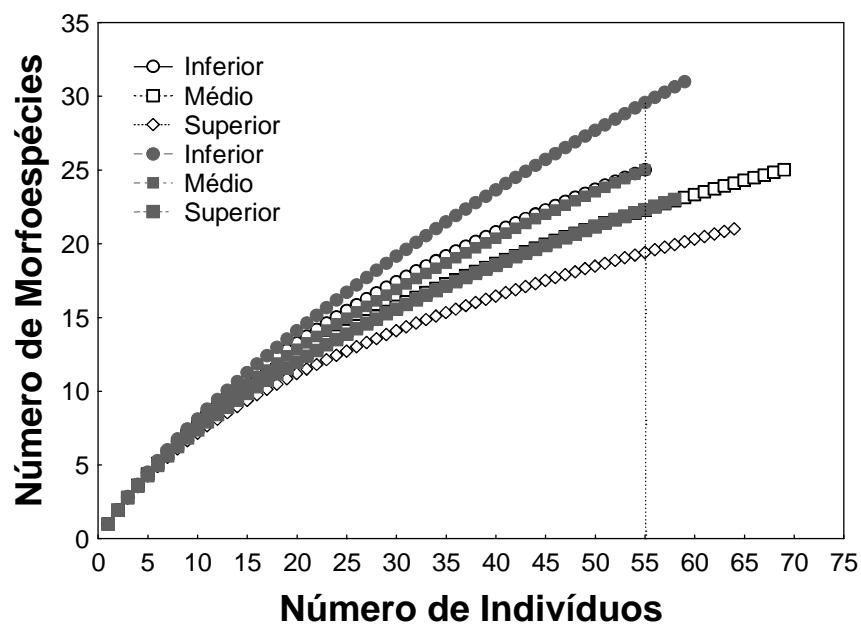


Figura 10: Curvas de acumulação de morfoespécies para os dois períodos hidrológicos e para todos os estratos amostrados. Pontos preenchidos representam amostras do período chuvoso e pontos não preenchidos representam amostras do período de estiagem.

Em relação aos valores de abundância para o estudo não foram encontradas diferenças significativas quanto a distribuição deste atributo entre os estratos e os períodos analisados, tanto para comunidade total (Anova Bi-Fatorial – $F(2,66)=0,99558$, $p=0,37499$ – Figura 11A), quanto para os grupos de morfoespécies formados por insetos adultos ($F(2,66)=0,67550$; $p=0,51239$ – Figura 11B) e por formas imaturas ($F(2,66)=0,91763$; $p=0,40450$ – Figura 11C).

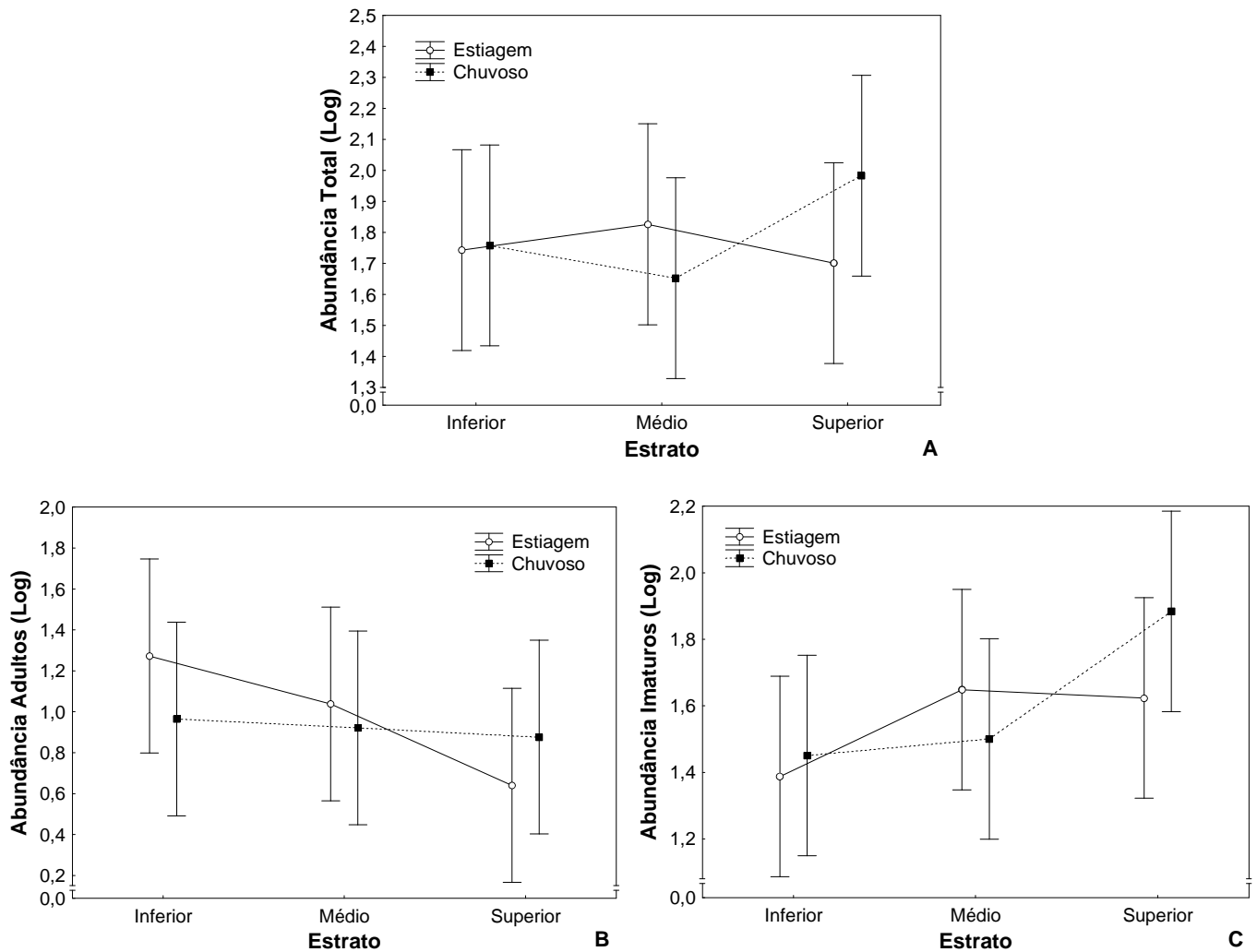


Figura 11: A - Valores de abundância totais de insetos nos dois períodos e nos três estratos de amostragem. B - Valores de abundância para o grupo das morfoespécies de insetos adultos nos dois períodos e nos três estratos de amostragem. C - Valores de abundância para o grupo das morfoespécies de insetos imaturos nos dois períodos e nos três estratos de amostragem. Os pontos representam as médias e as barras, o intervalo de confiança de 95%. Os dados de abundância foram logaritmizados.

Os valores totais de abundância dos insetos associados aos tanques e folhas de *A. distichantha* variaram de 64 a 1.467 indivíduos no período de estiagem (com média de 482 indivíduos para esse período) e de 128 a 1.247 indivíduos (média de 458 indivíduos) no período chuvoso. Especialmente, os valores totais deste atributo variaram de 64 a 1.060 indivíduos no estrato inferior (com média 440 indivíduos para esse estrato), de 140 a 1.467

indivíduos no estrato médio (média de 506 indivíduos nesse estrato) e de 143 a 1.274 indivíduos no estrato superior (com média de 464 indivíduos para esse estrato).

Para o grupo das morfoespécies formado por insetos adultos, o período de estiagem apresentou os maiores valores de abundância, com média de 234 indivíduos nesse período e valores de abundância que variam de quatro a 849 indivíduos. O período chuvoso apresentou em média 180 indivíduos, variando de 11 a 724 indivíduos coletados. Entre os estratos, este grupo obteve os maiores valores de abundância para o estrato médio, que possuiu em média 266 indivíduos (variando de quatro a 849 indivíduos). Este estrato foi seguido pelo estrato inferior, que apresentou em média 240 indivíduos (com uma variação de 11 a 724 indivíduos coletados nesse estrato) e, por último, o estrato superior, com média de 115 indivíduos (com valores de abundância que variaram desde seis até 405 indivíduos nesse estrato).

O grupo formado pelas morfoespécies de formas imaturas de insetos apresentou os maiores valores de abundância para o período chuvoso, com média de 277 indivíduos (variando de 117 a 869 indivíduos coletados nesse período). Para o período de estiagem, a média dos valores obtidos por este grupo foi mais baixa, com 248 indivíduos (variando de 48 a 618 indivíduos no período). Para os estratos estudados, os maiores valores de abundância de formas imaturas de insetos foram observados no estrato superior, com média de 349 indivíduos (variando de 137 a 869 indivíduos). A este estrato foram seguidos os estratos médio (valores médios de abundância de 239 indivíduos, com variação de 88 a 618 indivíduos) e inferior (média de 200 indivíduos, com variação de 48 a 336 indivíduos).

Quanto à representatividade de cada uma das ordens na abundância total durante todo o período de estudo, Hymenoptera e Coleoptera foram as mais representativas, com 52,03% e 40,48%, respectivamente, correspondendo a 92% da abundância total de insetos coletados. Quando observado a representatividade das ordens dentro dos grupos formados por insetos adultos ou por formas imaturas, tem-se que para o primeiro grupo, a ordem Hymenoptera foi a mais representativa, com 3.579 indivíduos (95% do total de insetos adultos coletados). Neste grupo, as ordens Dermaptera, Homoptera e Phasmatodea tiveram apenas um indivíduo coletado para todo o estudo.

Para o grupo das morfoespécies com formas imaturas, as ordens Coleoptera e Hymenoptera foram as mais representativas, com 72% e 18 % da abundância para o grupo, respectivamente. Juntas estas ordens correspondem a 89% da abundância dos imaturos coletados. Neuroptera e Lepidoptera foram às únicas ordens compostas exclusivamente por formas imaturas.

Levando-se em consideração os dois períodos amostrados separadamente, constatou-se nestes o mesmo padrão de distribuição encontrado para a abundância total do estudo. Hymenoptera e Coleoptera continuaram sendo as ordens mais representativas em ambos os períodos. Entretanto, observou-se no período de estiagem um padrão de distribuição diferenciado entre os estratos para estas ordens. Hymenoptera apresentou para este período os maiores valores de abundância no estrato inferior e os menores no estrato superior. Em contrapartida, Coleoptera parece ter sofrido um aumento nos valores desse atributo à medida que os valores de abundância de Hymenoptera diminuam entre os estratos, assim tem-se para esta ordem que os menores valores foram encontrados no estrato inferior e os maiores no estrato superior durante o período de estiagem (Figura 12). No período chuvoso, os valores de abundância destas ordens apresentaram padrões similares de distribuição entre os estratos.

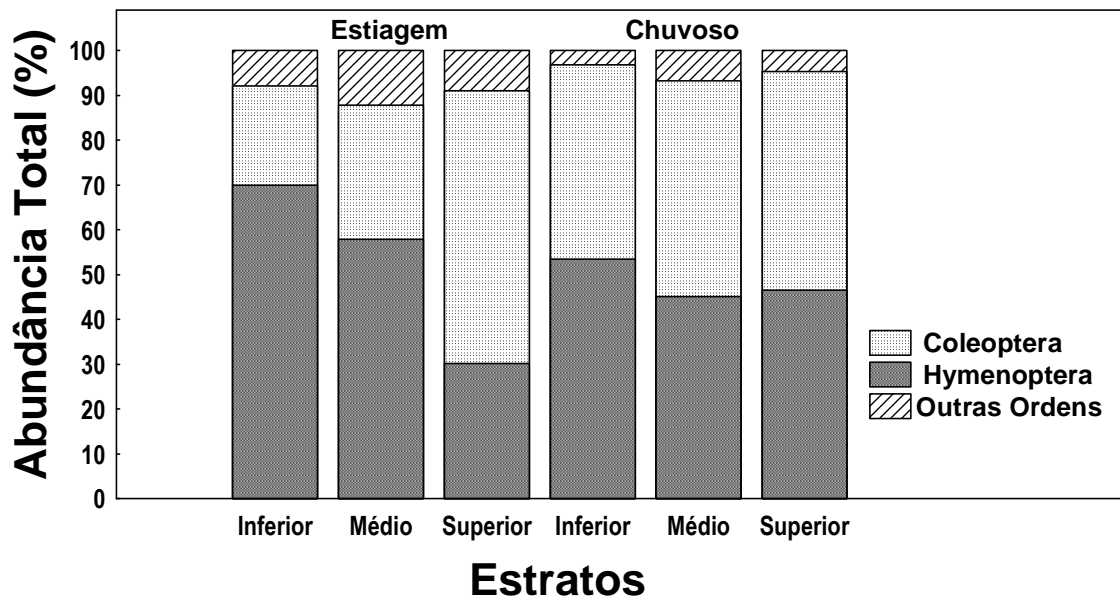


Figura 12: Representatividade em porcentagem das ordens na abundância total dos insetos registrada para cada um dos estratos nos dois períodos de estudo (Outras Ordens: Blattodea, Dermaptera, Diptera, Hemiptera, Homoptera, Lepidoptera, Neuroptera, Orthoptera e Phasmatodea.).

Quando são considerados os períodos isoladamente, os dois grupos de insetos (formas adultas e imaturas) apresentaram os mesmos padrões de distribuição específicos descritos anteriormente no estudo. Para o grupo dos insetos adultos, Hymenoptera continuou sendo a ordem mais representativa em ambos os períodos e entre os estratos (Figura 13). Para o grupo dos insetos imaturos, Coleoptera e Hymenoptera foram as ordens mais representativas em ambos os períodos e entre os estratos (Figura 14).

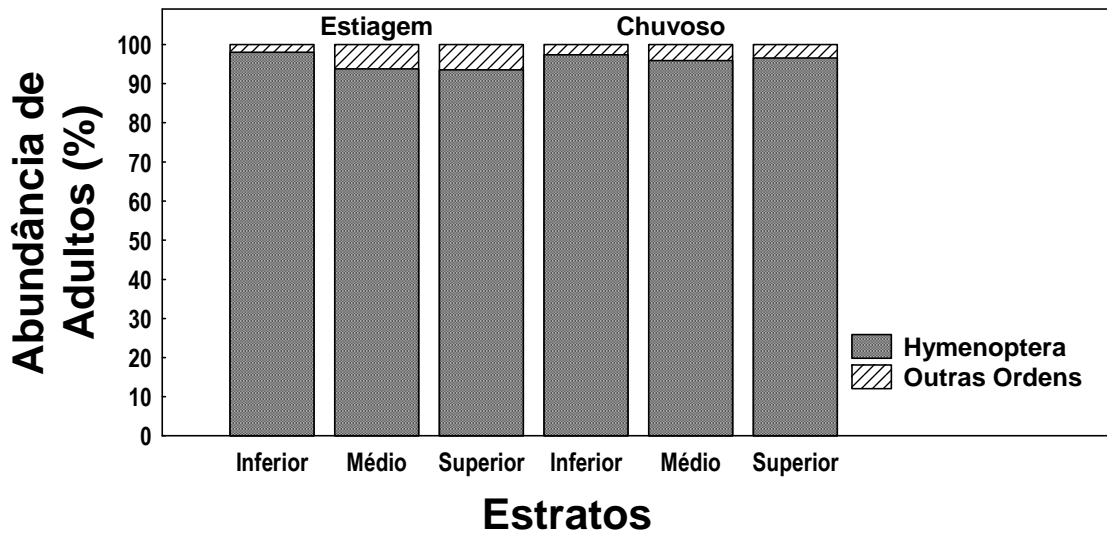


Figura 13: Representatividade em porcentagem das ordens na abundância dos insetos adultos registrada para cada um dos estratos nos dois períodos de estudo (Outras Ordens: Blattodea, Coleoptera, Dermaptera, Diptera, Hemiptera, Homoptera, Orthoptera e Phasmatodea).

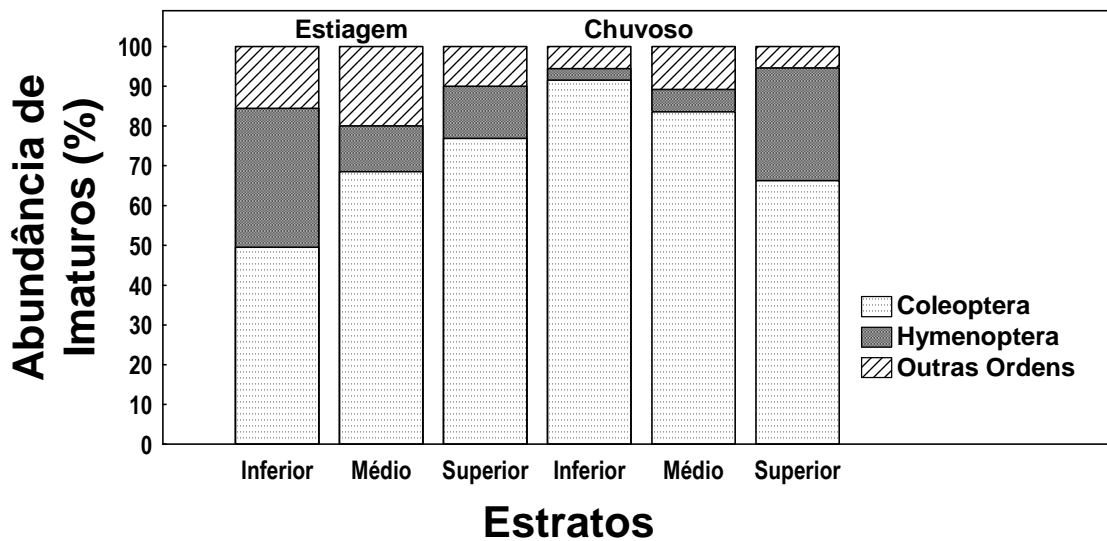


Figura 14: Representatividade em porcentagem das ordens na abundância de formas imaturas de insetos registrada para cada um dos estratos nos dois períodos de estudo (Outras Ordens: Diptera, Lepidoptera e Neuroptera).

A abundância total dos insetos coletados em *A. distichantha* e as abundâncias relativas para as morfoespécies consideradas no estudo estão listadas na Tabela 2. Quando se observam os dois períodos hidrológicos e os três estratos estudados (n=8.468 indivíduos) a morfoespécie mais abundante foi à forma imatura Scirtidae (Coleoptera), com 3.395 indivíduos (40% do total coletado no estudo), seguida pelas morfoespécies adultas Hymenoptera sp 02 (n=1.094; 13%) e Hymenoptera sp 04 (n=761; 9%).

Quando considerados os períodos hidrológicos de forma isolada, tem-se que durante a estiagem (n=4.346) a morfoespécie imatura Scirtidae (Coleoptera) apresentou os maiores valores de abundância relativa (n=1.492; 34%), sendo seguida pelas morfoespécies de formigas adultas Hymenoptera sp 09 (n=740; 17%) e Hymenoptera sp 02 (n=593; 14%). Durante o período chuvoso (n=4.122) as morfoespécies que mais ocorreram nas amostras foram Scirtidae (n=1.903; 46%), Hymenoptera sp 04 (n=603; 15%) e Hymenoptera sp 02 (n=501; 12%).

Quando se consideram os três estratos individualmente, tem-se que para o estrato inferior (n=2.641) as morfoespécies com maiores abundâncias relativas foram Scirtidae (n=867; 33%), Hymenoptera sp 02 (n=719; 27%) e Hymenoptera sp 07 (n=286; 11%). Já para o estrato médio (n=3.038), Scirtidae (n=1.060; 35%), seguida por Hymenoptera sp 09 (n=740; 25) e Hymenoptera sp 02 (n=359; 12%) foram as mais representativas. E finalmente para o estrato superior (n=2.789), Scirtidae (n=1.468; 53%), Hymenoptera sp 04 (n=500; 18%) e Hymenoptera sp 16 (n=479; 17%) tiveram as maiores abundâncias relativas registradas.

Tabela 2: Abundância total e relativa de indivíduos por ordens e morfoespécies de insetos coletados em *A. distichantha* nos paredões rochosos da margem esquerda do rio Paraná (PR, Brasil) durante os dois períodos de estudo e nos diferentes estratos (Inferior 0-3m, Médio 3-7m e Superior >7m. Para a ordem Hymenoptera a morfoespécie marcada com asterisco no início do nome constitui a forma imatura da morfoespécie logo acima desta).

Ordem	Morfoespécie	Períodos						Abundância Relativa	Total
		Estiagem			Chuvoso				
		Inferior	Médio	Superior	Inferior	Médio	Superior		
Blatodea									
	Blatodea sp 01	4	2	7	2	4	12	0,37	31
	Blatodea sp 02	1	1		1	1		0,05	4
	Blatodea sp 03			1	1			0,02	2
Coleoptera									
	Coleoptera sp 01	2						0,02	2
	Coleoptera sp 02		1	1		1		0,04	3
	Coleoptera sp 03		1		1			0,02	2
	Coleoptera sp 04			1		1		0,02	2
	Coleoptera sp 05			1				0,01	1
	Coleoptera sp 06				1			0,01	1
	Coleoptera sp 07				3	5	1	0,11	9
	Coleoptera sp 08				1		1	0,02	2
	Coleoptera sp 09					1		0,01	1
	Coleoptera sp 10					1		0,01	1
	Coleoptera sp 11				1			0,01	1
	Coleoptera sp 12				1			0,01	1

Cont.

									<i>Cont.</i>
	Coleoptera sp 13				1			0,01	1
	Coleoptera sp 14				1	1		0,02	2
	Coleoptera sp 15				2			0,02	2
	Coleoptera sp 16						1	0,01	1
	Coleoptera sp 17						1	0,01	1
	Scirtidae	274	642	576	593	418	892	40,09	3395
Dermaptera									
	Dermaptera sp 01	1						0,01	1
Diptera									
	Diptera sp 01	8	10	12	2		1	0,39	33
	Diptera sp 02	47	96	22	2	1	24	2,27	192
	Diptera sp 03	16	24	1	1	5	3	0,59	50
	Diptera sp 04	1					6	0,08	7
	Diptera sp 05	9	13	7			2	0,37	31
	Diptera sp 06		1					0,01	1
	Diptera sp 07		1					0,01	1
	Diptera sp 08		1		1	1	1	0,05	4
	<i>Drosophila</i> sp 01		67					0,79	67
	<i>Drosophila</i> sp 02	1						0,01	1
	<i>Drosophila</i> sp 03		1					0,01	1
	<i>Drosophila</i> sp 04			1				0,01	1
	<i>Drosophila</i> sp 05						1	0,01	1
Hemiptera									
	Hemiptera sp 01	4	2					0,07	6
Homoptera									
	Homoptera sp 01		1					0,01	1
Hymenoptera									
	Hymenoptera sp 01	41			219		50	3,66	310
	*Hymenoptera sp 13				19			0,22	19
	Hymenoptera sp 02	239	354		480	5	16	12,92	1094
	*Hymenoptera sp 14	180	50					2,72	230
	Hymenoptera sp 03	100		8		52	30	2,24	190
	*Hymenoptera sp 15	11						0,13	11
	Hymenoptera sp 04	11	17	130	21	212	370	8,99	761
	*Hymenoptera sp 16			98		28	381	5,99	507
	Hymenoptera sp 05			49	1	4		0,64	54
	Hymenoptera sp 06	1	25	1				0,32	27
	*Hymenoptera sp 17		32					0,38	32
	Hymenoptera sp 07	286		1		1		3,40	288
	*Hymenoptera sp 18	2						0,02	2
	Hymenoptera sp 08				2			0,02	2
	Hymenoptera sp 09		740		1		9	8,86	750
	*Hymenoptera sp 19		26					0,31	26
	Hymenoptera sp 10	1						0,01	1

Cont.

								<i>Cont.</i>
Hymenoptera sp 11				3	2		0,06	5
Hymenoptera sp 12					97		1,15	97
Lepidoptera								
Lepidoptera sp 01	4	39	30	22	34	30	1,88	159
Lepidoptera sp 02	1	2			2	1	0,07	6
Lepidoptera sp 03			1		9	4	0,17	14
Lepidoptera sp 04			2				0,02	2
Lepidoptera sp 05				1			0,01	1
Lepidoptera sp 06				1			0,01	1
Lepidoptera sp 07				6			0,07	6
Neuroptera								
Neuroptera sp 01					2	1	0,04	3
Orthoptera								
Orthoptera sp 01	1			3	1		0,06	5
Orthoptera sp 02			1				0,01	1
Phasmatodea								
Phasmatodea sp 01				1			0,01	1
Total de Indivíduos (Estrato)								
	1246	2149	951	1395	889	1838		
Total de Indivíduos (Período)								8468
		4346			4122			

3.3 Parâmetros morfométricos

Os parâmetros morfométricos mensurados bem como os valores de abundância e de riqueza de morfoespécies de insetos associados a cada uma das bromélias estão listados na Tabela 3. Os espécimes coletados de *A. distichantha* apresentaram tamanhos que variaram de 56 cm até 2,36 m de altura (com uma média de 136 cm). O número de folhas variou de nove até 26, com valores médios de 16 folhas por planta. Em relação às medidas do reservatório, o perímetro deste apresentou em média 32 cm (com uma variação de 17 a 47 cm) e o volume de água retido pela planta variou de apenas 05 mL até 490 mL (média de 110 mL por planta).

Os resultados da análise de regressão múltipla evidenciaram que não houve relação entre a riqueza de morfoespécies e a abundância da comunidade total com os parâmetros morfométricos das bromélias coletadas. Resultados similares foram observados para os atributos ecológicos do grupo de morfoespécies imaturas. Para a abundância e a riqueza do grupo de insetos adultos, no entanto, a análise mostrou uma relação positiva entre os valores destes atributos com o perímetro do reservatório das plantas. Os demais parâmetros morfométricos não tiveram relações significativas com os atributos desse grupo.

No primeiro modelo de regressão múltipla, o coeficiente de determinação obtido para os valores de abundância dos insetos adultos foi de 0,09 (R^2 ajustado), sugerindo, assim, que 9% da variação do número de indivíduos observados ocorreu em função da variável “perímetro da

planta” (Coeficiente de correlação parcial, perímetro da planta = 0,379). O modelo obtido para a abundância de insetos adultos foi:

$$\text{Insetos Adultos (abundância)} = 3,02136 (\text{perímetro do reservatório}).$$

No segundo modelo obtido na regressão múltipla, o coeficiente de determinação para os valores de riqueza de morfoespécies foi de 0,10 (R^2 ajustado), sugerindo uma variação nos valores deste atributo de 10%, sendo que esta variação, assim como no caso da abundância, também ocorreu em função do perímetro do reservatório das plantas. O coeficiente parcial desta variável foi de 0,339, e o modelo proposto para a riqueza foi:

$$\text{Insetos Adultos (Riqueza)} = 0,741465 (\text{perímetro do reservatório}).$$

Assim, de acordo com os resultados de ambos os modelos descritos acima, os atributos ecológicos do grupo de inseto adultos observados no presente estudo estiveram diretamente relacionados com os perímetros dos reservatórios de *A. distichantha*.

Tabela 3: Medidas de altura da planta (cm), número de folhas, perímetro do reservatório (cm), volume de água contido (ml) e os valores de abundância e riqueza de morfoespécies observados em 72 indivíduos de *A. distichantha*, nos paredões rochosos da margem esquerda do rio Paraná (PR, Brasil)

Planta	Parâmetros Morfométricos				Abundância			Riqueza		
	Altura da Planta	Número de Folhas	Perímetro do Reservatório	Volume	Imaturos	Adultos	Abundância Total	Imaturos	Adultos	Riqueza Total
1	83	16	34	215	9	12	21	1	5	6
2	115	18	32	250	23	0	23	1	0	1
3	97	17	35	10	0	1	1	0	1	1
4	128	17	46	190	16	3	19	2	1	3
5	152	17	42	210	56	354	410	3	2	5
6	111	17	32	60	29	1	30	4	1	5
7	109	16	26	5	61	1	62	4	1	5
8	88	21	38	70	37	3	40	3	3	6
9	187	13	17	45	134	135	269	4	5	9
10	263	17	19	100	16	1	17	3	1	4
11	224	16	34	140	6	1	7	1	1	2
12	101	15	20	90	37	2	39	3	1	4
13	107	12	32	5	8	38	46	3	2	5
14	75	16	36	15	185	157	342	2	2	4
15	65	16	36	15	15	98	113	2	2	4
16	118	22	42	285	58	3	61	6	3	9
17	150	15	25	5	39	0	39	6	0	6
18	103	22	39	300	0	1	1	0	1	1
19	167	19	41	170	55	2	57	6	2	8
20	82	16	35	200	42	1	43	3	1	4
21	162	11	33	5	14	3	17	2	2	4

Cont.

Cont.

22	124	18	37	10	56	2	58	4	1	5
23	126	14	46	55	38	1	39	4	1	5
24	150	15	30	30	29	0	29	3	0	3
25	99	14	39	15	61	3	64	1	3	4
26	164	9	26	155	26	84	110	2	2	4
27	161	14	46	330	118	158	276	4	3	7
28	108	16	33	130	34	136	170	4	3	7
29	169	21	37	50	161	25	186	7	1	8
30	170	15	35	15	20	16	36	3	2	5
31	126	21	45	20	175	662	837	6	3	9
32	114	17	37	30	262	146	408	6	1	7
33	180	12	23	140	35	49	84	6	3	9
34	140	14	25	5	58	4	62	4	2	6
35	127	12	22	110	222	0	222	4	0	4
36	158	10	31	100	104	4	108	5	4	9
37	88	18	29	100	58	1	59	2	1	3
38	124	15	25	30	2	202	204	1	4	5
39	112	18	47	490	167	318	485	2	3	5
40	125	10	36	400	109	203	312	3	5	8
41	130	19	33	120	57	9	66	2	6	8
42	220	17	29	5	48	191	239	2	3	5
43	170	19	40	80	51	3	54	2	2	4
44	142	15	38	70	27	21	48	1	3	4
45	174	15	21	5	55	4	59	2	2	4
46	165	13	21	90	55	0	55	3	0	3
47	119	11	35	150	13	13	26	2	2	4
48	138	15	37	80	96	2	98	3	2	5
49	56	17	19	60	47	1	48	3	1	4
50	74	15	34	10	5	2	7	3	2	5
51	132	19	42	290	46	4	50	6	4	10
52	119	26	41	280	19	4	23	2	4	6
53	157	21	39	60	51	56	107	4	4	8
54	69	14	25	10	4	1	5	1	1	2
55	121	17	25	15	28	2	30	4	2	6
56	112	16	31	30	5	0	5	2	0	2
57	163	18	34	280	214	5	219	4	2	6
58	193	19	35	270	204	2	206	5	1	6
59	123	16	36	30	416	365	781	4	2	6
60	196	18	33	30	35	33	68	1	2	3
61	150	19	32	170	1	7	8	1	3	4
62	62	17	28	10	112	3	115	2	2	4
63	167	21	32	90	63	2	65	2	1	3
64	187	12	28	110	19	0	19	2	0	2
65	155	18	28	80	19	0	19	2	0	2

Cont.

										<i>Cont.</i>
66	117	18	31	100	84	3	87	3	1	4
67	164	15	29	70	93	99	192	2	3	5
68	138	15	27	190	33	4	37	2	3	5
69	153	19	23	40	77	0	77	3	0	3
70	174	18	42	460	84	57	141	4	4	8
71	139	9	18	10	32	0	32	5	0	5
72	182	15	29	20	65	11	76	3	2	5

4 DISCUSSÃO

No presente estudo foram coletados 8.468 indivíduos, distribuídos em 11 ordens e 67 morfoespécies de insetos, entre formas adultas e imaturas, associadas aos tanques e folhas de *A. distichantha* nos paredões rochosos na margem esquerda do rio Paraná. Montero *et al.* (2010), avaliando a influência de diferentes habitats e estações sobre o desenvolvimento de *A. distichantha* e os efeitos deste desenvolvimento sobre a comunidade de macroinvertebrados associada, em uma floresta localizada na província de Santa Fé, Argentina, encontraram resultados similares aos do presente estudo para a comunidade de insetos nas plantas (10 ordens, 41 fam., 67 spp. e 4.656 ind.). Outros autores inventariando a fauna total de macroinvertebrados associados aos fitotelmata e as superfícies foliares de Bromeliaceae também encontraram resultados próximos ao do presente estudo para a entomofauna associada (Torreias *et al.* 2011 - 9 ordens, 23 fam. e 14.097 ind.; Gesing 2008 - 9 ordens, 24 fam. e 867 ind.; Torreias 2008 - 8 ordens, 22 fam., 36 spp. e 2.480 ind.; Stuntz *et al.* 2002 - 13 ordens, 59 spp. e 3.186 ind.; Mestre *et al.* 2001 - 11 ordens, 33 fam. e 1.381 ind.).

Em relação à riqueza esperada, a diferença entre o número de morfoespécies observado (67 morfoespécies) e o valor estimado pelos diferentes índices não paramétricos de extrapolação (entre 80 e 114 morfoespécies) demonstra que ainda é necessário um esforço amostral maior de coleta, uma vez que nenhuma das curvas produzidas por estes chegou a atingir uma assíntota bem definida. Este é um indício de que o inventário ainda está incompleto, o que, segundo Nogueira *et al.* (2006), não é surpreendente para uma comunidade de artrópodes tropicais.

Segundo Toti *et al.* (2000), a melhor forma de avaliar o desempenho de estimadores de riqueza seria a utilização de um conjunto de dados de riqueza de espécies a partir de um local onde esta fosse conhecida. Entretanto, este tipo de abordagem direta para avaliação de um estimador dificilmente se aplica em estudos ecológicos de invertebrados, uma vez que, em geral, as curvas de acumulação de espécies observadas não atingem uma assíntota. Assim, estes autores propõem alguns critérios para escolha de um bom estimador de riqueza, através

de uma avaliação indireta dos mesmos. Um bom estimador 1) deve chegar a (ou, pelo menos, se aproximar de) uma assíntota estável, com um número menor de amostras do que seriam necessárias para a curva de espécies observadas atingir a sua assíntota, 2) é pouco provável que a curva produzida por este estimador diferencie-se muito daquelas produzidas pelos outros estimadores e por fim, 3) este estimador deve oferecer estimativas que se aproximem de extrapolações visuais coerentes da assíntota da curva de espécies observadas.

De acordo com os critérios listados acima, o estimador que melhor se enquadrou neste padrão foi ICE (Incidence-based Coverage Estimator), contudo, a escassez de estudos ecológicos abordando o uso de estimadores de riqueza para a comunidade de insetos em fitotelmata não permite comparações muito esclarecedoras. Para outros grupos de invertebrados, como aranhas, este mesmo estimador apresentou resultados semelhantes aos observados no presente estudo (Nogueira *et al.* 2006, Ferro 2008, Bonaldo & Dias 2010, Carvalho & Avelino 2010, Amadeo 2012).

As ordens mais representativas em relação ao número de morfoespécies no presente levantamento (Hymenoptera, Coleoptera e Diptera), também foram as mais representativas na fauna de macroinvertebrados associada à três espécies de bromélias em uma floresta tropical do Panamá (Stuntz *et al.* 2002). Entretanto, a distribuição do número de morfoespécies entre as ordens de insetos obtidas no presente estudo difere daquela encontrada para a maioria dos trabalhos envolvendo bromélias e seus fitotelmata como sítios de forrageamento. A ordem Coleoptera foi a mais representativa nos trabalhos de Mestre *et al.* (2001), Araújo *et al.* (2007) e Gesing (2008), sendo nestes, seguida por Diptera em número de espécies/morfoespécies. Para outros trabalhos ocorreu o inverso, Diptera foi a ordem mais representativa, sendo seguida por Coleoptera (Ospina-Bautista *et al.* 2004; Jabiol *et al.* 2009; Campos 2010; Torreias *et al.* 2011).

Os resultados do presente estudo podem ser, em parte, explicados pelo critério utilizado na categorização das morfoespécies e pela autoecologia da ordem Hymenoptera. Nos fitotelmata de bromélias, as formas imaturas e adultas de uma mesma espécie podem ter nichos ecológicos completamente diferentes dentro da comunidade, e por isso, para compreender a estrutura da mesma, torna-se necessário identificar estes diferentes estágios de desenvolvimento como morfoespécies distintas (Armbruster *et al.* 2002; Araújo *et al.* 2007; Jabiol *et al.* 2009; Montero *et al.* 2010). Os membros da ordem Hymenoptera possuem o familiar hábito de construir formigueiros ou ninhos, que providenciam suporte (abrigo, proteção, berçário, entre outros) para as grandes colônias constituídas por formas adultas e imaturas destes organismos (Tschinkel 2011, Qian *et al.* 2012). Assim, quando os

himenópteros selecionam as cisternas de uma bromélia como local de construção do ninho, as chances dessas diferentes fases de desenvolvimento serem coletadas aumentam. E com isso, uma mesma espécie quando coletada neste microhábitat pode ser classificada em duas ou mais morfoespécies, como o ocorrido no presente levantamento.

Hymenoptera é uma das maiores ordens de insetos existentes, com aproximadamente 115.000 espécies descritas em todo o mundo, representadas por abelhas, formigas e vespas (Derraik 2010; Sharkey 2007). Entre os himenópteros, os únicos representantes desta ordem listados na literatura para o ambiente fitotelmico e observados no presente estudo foram às formigas (Greeney 2001). Frank & Lounibos (2009) afirmam que as associações estes organismos e Bromeliaceae são mais comuns do que se pensava anteriormente. Estas plantas, em função da arquitetura tridimensional da roseta foliar, fornecem abrigos para formas adultas e imaturas de formigas e sítios de forrageamento para toda a colônia, como observado durante as coletas do presente estudo. Diversas espécies já foram observadas em bromélias, seja construindo ninhos nas cisternas mais externas destas plantas em busca de proteção, ou forrageando sobre os outros invertebrados nas mesmas, durante os períodos de estiagem ou à medida que o microhábitat secava (Frank *et al.* 2004; Greeney 2001).

Céréghino *et al.*(2011) sugerem que as formigas podem ter um papel ainda mais importante na estruturação das comunidades associadas à bromélias, através de relações conhecidas como “ant-gardens”. Nessas, algumas espécies de formigas constroem seus ninhos por aglomeração de matéria orgânica no dossel de florestas da América do Sul e da Ásia, e durante este processo incorporaram sementes de epífitas aos ninhos. À medida que estas plantas crescem sobre estas estruturas, suas raízes se entrelaçam e acabam por ancorar o formigueiro na árvore, impedindo a queda do mesmo. Por sua vez, as plantas associadas a esses ninhos acabam sendo beneficiadas pela dispersão de suas sementes e proteção contra herbívoros. Segundo estes autores, diferentes espécies de formigas podem escolher locais para a construção do formigueiro com características climáticas diferentes, que pode levar a um desenvolvimento diferenciado de uma mesma espécie de bromélia, e por consequência, alterar as condições microclimáticas dentro do fitotelma da mesma e com isso alterar o “conjunto” de espécies que pode vir a ocupar este microhábitat. Algumas bromélias coletadas durante o presente estudo apresentaram associadas a suas raízes estruturas semelhantes aos formigueiros descritos por Céréghino *et al.*(2011), o que poderia denotar a existência de um tipo de relação “ant-garden” entre *A. distichantha* e formigas nos paredões rochosos da margem esquerda do rio Paraná; contudo ainda são necessários mais estudos para a confirmação desta suposição.

Acerca da distribuição da riqueza, os resultados encontrados no presente estudo apontam diferenças significativas quanto à distribuição deste atributo apenas para o grupo de morfoespécies constituído por formas imaturas de insetos e somente entre os estratos. Resultados similares foram observados na mesma área por Amadeo (2012) para os valores de riqueza da comunidade araneológica. Segundo este autor, a estratificação das bromélias ao longo dos paredões tem um efeito indireto sobre a distribuição da riqueza de aranhas, uma vez que essa estratificação alteraria a morfologia dessas plantas e essas alterações seriam as verdadeiras responsáveis pelos padrões diferenciados de distribuição das morfoespécies ao longo dos paredões.

Segundo Kitching (2004), o hábitat onde as espécies de bromélias crescem podem produzir efeitos diretos ou indiretos no crescimento da planta, e conseqüentemente, sobre os atributos ecológicos das comunidades associadas a essas. De acordo com Zotz & Thomas (1999), as mudanças causadas durante o crescimento das bromélias podem levar a alterações na arquitetura da planta, e estas mudanças afetariam diversas características das mesmas, como a quantidade de água e matéria orgânica que poderiam ser acumuladas, o número de cisternas (número de folhas), as taxas de evapotranspiração e a área de superfície projetada da planta.

Para *A. distichantha*, a espécie de bromélia utilizada neste estudo, Cavallero *et al.* (2009) observaram diferenças morfológicas entre as plantas que crescem expostas à luz direta e aquelas que se desenvolvem em áreas sombreadas. Segundo estes autores, indivíduos situados na sombra são mais altos e possuem maiores diâmetros, enquanto que indivíduos expostos ao sol podem apresentar mais folhas e um tanque mais alto, tendo a chance de acumular maiores quantidades de água, entretanto com maiores chances de dessecação. Estas diferenças puderam ser observadas em campo ao longo do atual estudo, onde plantas que cresciam nos estratos superior e médio, por estarem sombreadas pela vegetação do topo do paredão, apresentavam-se com maiores tamanhos do que as localizadas no estrato inferior (sob efeito da luz direta). Estas alterações na morfologia de *A. distichantha* afetariam a captura, acumulação e perda de água no interior das cisternas destas plantas, o que levaria a alterações nas condições microclimáticas nos fitotelmata dessa espécie.

Montero *et al.* (2010), estudando a influência de diferentes hábitats e estações sobre o desenvolvimento de *A. distichantha* e os efeitos desse desenvolvimento sobre a comunidade de macroinvertebrados associada, observaram que plantas que crescem em locais mais sombreados, além de serem maiores do que as plantas que crescem sob a iluminação direta do sol, também possuem os maiores valores de riqueza de espécies. Além disso, Panizzo (2011),

estudando a influência de fatores físicos nas assembleias de macroinvertebrados associados ao gênero *Aechmea*, sugere que o padrão diferenciado do recebimento de luz solar, que leva as alterações estruturais observadas por Montero *et al.* (2010) e Cavallero *et al.* (2009), pode gerar pequenas alterações microclimáticas entre os estratos, criando, assim, um gradiente diferenciado de temperatura ao longo de um dossel como observado em seu trabalho, ou no caso do presente estudo, em paredões rochosos.

De acordo com Kitching (2001; 2004), os atributos ecológicos das comunidades de fitotemata podem ser regulados pela entrada de material orgânico de origem alóctone, como a serapilheira. Esses detritos são a principal fonte de nutrientes para a comunidade de insetos e microrganismos, bem como para a própria bromélia (Richardson *et al.* 2000; Jabiol *et al.* 2009) e podem vir a exercer uma alta influência na estrutura da comunidade associada (Srivastava & Lawton 1998; Kitching 2001; 2004). Armbruster *et al.* (2002) observaram que a variação da riqueza em seu trabalho foi explicada principalmente em função de variáveis abióticas, sendo que, a quantidade de detritos no interior das cisternas foi o fator que apresentou o maior efeito sobre os valores de riqueza de morfoespécies. No presente estudo, as plantas localizadas no estrato superior e médio, por estarem mais próximas da vegetação ripária no topo do paredão, estavam sujeitas a receber maiores quantidades de detritos, o que garantiria maiores quantidades de recursos para a comunidade associada a estas plantas, explicando, assim, os maiores valores de riqueza nesses estratos.

Nesse sentido, a variação da riqueza entre as morfoespécies imaturas no presente estudo poderia ser explicada em função de um efeito indireto da posição das bromélias nos paredões rochosos, que alterariam as condições microclimáticas (gradiente diferenciado de temperatura e dessecação ao longo dos estratos e diferenças fenotípicas entre plantas sombreadas e iluminadas diretamente pelo sol) e a disponibilidade de recursos nos fitotelmata (aporte diferenciado de água e matéria orgânica alóctone entre os três estratos que resultaria em microhabitats com qualidades diferentes).

Para a abundância dos insetos associados à *A. distichantha* nos paredões rochosos da margem esquerda do rio Paraná, não foram observadas diferenças significativas quanto à distribuição deste atributo entre os estratos e os períodos analisados, tanto para comunidade total, quanto para os grupos formados por morfoespécies de insetos adultos e de formas imaturas. Resultados similares aos do presente estudo foram observados por outros autores: Torreias (2008), Mestre *et al.* (2001) e Yanoviak (1999) para a variação espacial; e Cardoso *et al.* (2011), Torreias *et al.* (2010), Sepka (2008) e Mestre *et al.* (2001) para a variação temporal. Segundo estes autores, a ausência de variações significativas na abundância

poderiam ser explicadas em função de outras variáveis não abordadas, a exemplo da temperatura no interior do fitotelma (em Cardoso *et al.* 2011), da qualidade de nutrientes e teor de matéria orgânica (Yanoviak 1999). Além disso, a amplitude da estratificação poderia não ser suficiente para levar a alterações significativas na abundância dos macroinvertebrados (Yanoviak 1999, Torreias 2008).

Em relação à representatividade de cada uma das ordens na abundância total do estudo, Hymenoptera foi a mais representativa, sendo seguida por Coleoptera. Entre os grupos de morfoespécies, este padrão de distribuição foi observado apenas para as formas adultas, enquanto que para as formas imaturas, a ordem mais abundante foi Coleoptera. Resultados semelhantes ao do presente estudo foram observados por Armbruster *et al.* (2002), Stuntz *et al.* (2002) e Montero *et al.* (2010 - para os macroinvertebrados presentes na folhagem das plantas), onde Hymenoptera apresentou os maiores valores de abundância. Já em outros trabalhos, a ordem Coleoptera foi a mais representativa (Mestre *et al.* 2001; Ospina-Bautista *et al.* 2004; Gesing 2008; Sepka 2008; Montero *et al.* 2010 – interior das cisternas de bromélias).

Os fatores que parecem influenciar a abundância de Hymenoptera seriam os mesmos que afetam a sua riqueza: o hábito de se organizar em grandes colônias e construir ninhos (Tschinkel 2011, Qian *et al.* 2012) e as associações entre os membros desta ordem com Bromeliaceae (o forrageamento sobre a comunidade associada - Frank *et al.* 2004; a construção de ninhos nas cisternas destas plantas - Greeney 2001 e relações do tipo “ant-gardens” - Céréghino *et al.* 2011).

De acordo com Liebherr & McHugh (2003), a ordem Coleoptera possui cerca de 170 famílias e 350.000 espécies, representando aproximadamente 25% de todas as espécies (de animais e plantas) descritas atualmente. Os membros desta ordem podem se alimentar de quase todos os produtos orgânicos presentes no ambiente (existindo, assim, formas parasitoides, saprófagas, fitófagas, predadoras, entre outras) e estão presentes em quase todos os habitats não-marinhos e regiões biogeográficas do mundo. Segundo Kitching (2004), algumas famílias desta ordem são exclusivamente aquáticas e estão presentes nos fitotelmata de várias plantas. Contudo, em termos de número de espécies, esta ordem não é dominante nesses ambientes (como ocorre com Diptera, fato esse corroborado por Liria 2007, Araújo *et al.* 2007, Torreias 2008 e Torreias *et al.* 2011) embora, em alguns tipos de fitotelmata, as formas larvais de algumas famílias (e.g. Scirtidae) sejam as mais abundantes e dominem a fauna de metazoários nesses microhabitats.

Scirtidae é uma pequena família de besouros cosmopolitas que possuem formas larvais características, distinguidas por suas longas antenas filamentosas (Kitching 2004). Muitos gêneros de Scirtidae são estritamente associados aos fitotelmata e podem alcançar altos valores de abundância para as formas imaturas em algumas estações e sítios de coleta, como observado neste e em outros estudos (Mestre *et al.* 2001, Ospina-Bautista *et al.* 2004, Torreias *et al.* 2011). O eixo foliar de Bromeliaceae pode suportar grandes quantidades de água e matéria orgânica, constituindo, assim, microhábitats ideais para os membros desta família. Segundo Campos & Fernández (2011), as larvas de Scirtidae são detritívoras e convertem a serapilheira em partículas orgânicas finas, que beneficiam outros organismos com os quais co-ocorrem, e de acordo com Torreias (2008), são por este motivo, consideradas de grande importância nas teias tróficas deste ambiente. Sepka (2008) sugere que por Scirtidae estar entre os principais organismos detritívoros deste hábitat, um grande acúmulo desses materiais nos fitotelmatas de Bromeliaceae poderia explicar a alta abundância de suas larvas, como observado em seu trabalho e no presente estudo.

De acordo com Sepka (2008), as larvas de Scirtidae passam por vários ínstares até atingirem a forma adulta, sendo este um processo lento que pode se estender durante vários meses. Desta maneira, seria possível observar a presença de muitos ínstares em diferentes fases de desenvolvimento nos fitotelmatas de Bromeliaceae, o que também ajudaria a explicar a grande abundância de formas imaturas desta família nesse tipo de hábitat. Dessa forma, a alta representatividade de Coleoptera no grupo de morfoespécies imaturas, e da morfoespécie Scirtidae entre todas as morfoespécies no presente estudo, poderia ser justificada em função da ecologia (principais detritívoros em fitotelmata) e da biologia da família (maior parte do ciclo de vida no interior dos tanques).

Acerca da influência dos parâmetros morfométricos de *A. distichantha* sobre a entomofauna associada, os resultados observados no presente estudo demonstram que apenas o perímetro do reservatório foi significativo e que este afetou somente os atributos ecológicos do grupo de morfoespécies de insetos adultos. Resultados similares foram encontrados por Araújo *et al.* (2007) ao avaliarem a relação entre a riqueza da fauna de invertebrados e o tamanho de bromélias. De acordo com estes autores, com o aumento do tamanho da planta ocorre um aumento da disponibilidade de recursos e de microhábitats, o que possibilita a coexistência de espécies com diferentes necessidades ecológicas, levando, assim, a um aumento dos valores de riqueza. Isto pode explicar a relação significativa encontrada entre os valores de riqueza de insetos associados aos fitotelmata de *A. distichantha* e o perímetro do reservatório dessas plantas no presente estudo.

Ademais, Richardson (1999) observou que a riqueza de espécies, a abundância e a quantidade de matéria orgânica são altamente correlacionadas com o tamanho da planta, sendo que a abundância é mais dependente dos fatores nutricionais (quantidade de matéria orgânica), enquanto que a riqueza estaria mais relacionada à disponibilidade de nichos. Assim, a relação significativa observada entre a abundância de formas adultas de insetos e o perímetro da planta poderia ser explicada em função de um aumento da área disponível da bromélia, que afetaria a quantidade de nutrientes que poderiam ser capturadas nas cisternas desta planta. Logo, esse aumento na disponibilidade de recursos levaria a um aumento dos valores de abundância deste grupo.

5 CONCLUSÃO

Através dos resultados obtidos e a análise da literatura algumas inferências podem ser feitas acerca das hipóteses testadas. A hipótese proposta de que a comunidade é significativamente diferente entre as estações de chuva e estiagem foi refutada. Os resultados demonstraram que não houve diferenças significativas para os valores de abundância e riqueza de morfoespécies tanto para a comunidade total bem como para os grupos de morfoespécies adultas e imaturas. A ausência de variações significativas poderia ser explicada então em função de outras variáveis não abordadas (temperatura no interior do fitotelma, qualidade de nutrientes, entre outras).

A segunda hipótese de que a variação dos atributos ecológicos é distinta entre os estratos foi parcialmente corroborada. Apenas a riqueza de formas imaturas apresentou diferenças significativas entre os estratos com os maiores valores encontrados no estrato superior. A variação deste atributo ao longo do paredão pode ser atribuída à distribuição diferenciada da radiação solar, que afetaria a morfologia das plantas e as condições microclimáticas nestas, além de levar a diferenças no aporte de matéria orgânica no interior da planta.

Por fim, a hipótese de que a estrutura da comunidade de insetos ao longo do estudo varia em função dos parâmetros morfométricos das bromélias, foi parcialmente corroborada. Contudo, o único resultado significativo - perímetro do reservatório - esteve relacionado com a abundância e a riqueza do grupo dos insetos adultos, o que não era esperado inicialmente no presente trabalho. A relação encontrada entre os valores dos atributos dos insetos adultos associados à *A. distichantha* e o perímetro do reservatório destas poderia ser explicada em função de um aumento da área, que levaria a um aumento na disponibilidade de recursos e de

microhabitats, possibilitando, assim, a coexistência de espécies com diferentes necessidades ecológicas neste ambiente.

Assim, conclui-se que a distribuição das plantas ao longo dos paredões (variação espacial) e diferenças no perímetro destas (parâmetros morfométricos) seriam os responsáveis por alterações em grupos distintos da comunidade de insetos associada. As alterações fenológicas das bromélias que crescem em diferentes condições de luminosidade ao longo dos três estratos, além das diferenças microclimáticas e de aporte de matéria orgânica causadas por esta estratificação, seriam os fatores mais influentes para as variações dos atributos das morfoespécies de insetos imaturos. No caso do grupo de insetos adultos, o aumento do perímetro da planta traria uma maior disponibilidade de recursos e de microhabitats, possibilitando a coexistência de espécies com diferentes necessidades ecológicas neste ambiente e elevando os valores dos atributos ecológicos desse grupo. Contudo, ainda são necessários mais estudos a fim de esclarecer a influência de outros fatores não abordados no presente estudo (relação do tipo “ant-gardens”, teor de matéria orgânica, entre outros).

REFERÊNCIAS

- Aguiar N. O. & Bührnheim P. F. (2003) Pseudoscorpions (Arachnida) in the undergrowth vegetation in dryland forest in Coari, Amazon, Brazil. *Acta Amazonica*. **33**, 515-526.
- Amadeo F. E. (2012) Variação temporal e espacial das comunidades e guildas de aranhas (Araneae: Araneomorphae) associadas à *Aechmea distichantha* Lem. nos paredões rochosos da margem esquerda do rio Paraná. Exame Geral de Qualificação. Universidade Estadual de Maringá, Brasil.
- Araújo A. C., Fischer E. A. & Sazima M. (2004) A flora de bromélias na região do estuário do Rio Verde. In: *Ambiente, flora e fauna da Estação Ecológica Juréia-Itatins* (eds O. A. M. Marques & W. Duleba) pp. 162-171. Holos Editora, Ribeirão Preto.
- Araújo V. A., Melo S. K., Araújo A. P. A.; Gomes M. L. M. & Carneiro M. A. A. (2007) Relationship between invertebrate fauna and bromeliad size. *Braz. J. Biol.* **67**, 611-617.
- Armbruster P., Hutchinson R. A. & Cotgreave P. (2002) Factors influencing community structure in a South American tank bromeliad fauna. *Oikos* **96**, 225 – 234.

Bonaldo A. B. & Dias S. C. (2010) A structured inventory of spiders (Arachnida, Araneae) in natural and artificial forest gaps at Porto Urucu, Western Brazilian Amazonia. *Acta Amazonica*. **40**, 357-372.

Borror D. J., Triplehorn C. A. & Johnson N. F. (1989) An introduction to the study of insects. Harcodrt Brace Jobanovich Colleg Publishers, New York.

Buosi P. R. B. (2011a) Estrutura e dinâmica da comunidade de ciliados (Protozoa, Ciliophora) associados aos fitotelmos da bromélia *Aechmea distichantha* Lem. Dissertação de Mestrado. Universidade Estadual de Maringá, Brasil.

Buosi P. R. B. (2011b) Composição de espécies de ciliados (Protozoa, Ciliophora) associados aos fitotelmos da bromélia *Aechmea distichantha* Lem. Exame Geral de Qualificação. Universidade Estadual de Maringá, Brasil.

Campos J. B. & Souza M. C. (1997) Vegetação. In: *A planície de inundação do alto rio Paraná: aspectos físicos, biológicos e socioeconômicos* (eds A. E. A. M. Vazzoler, A. A. Agostinho & N. S. Hahn) pp.331-342 Eduem, Maringá.

Campos R. E. (2010) *Eryngium* (Apiaceae) phytotelmata and their macroinvertebrate communities, including a review and bibliography. *Hydrobiologia* **652**, 311-328.

Campos R. E. & Fernández L. A. (2011) Coleopterans Associated with Plants that form Phytotelmata in Subtropical and Temperate Argentina, South America. *J. Insect Sci.* **11**, 1-18.

Cardoso P., Pekár S., Jocqué R. & Coddington J. A. (2011) Global patterns of guild composition and functional diversity of spiders. *PLoS ONE* **6**, e21710.

Carneiro A. L., Ladeia L. Q., Lamas L. S. & Monge-Fuentes V. (2007) *Macroinvertebrados aquáticos associados a bromélias tropicais e sua relação com parâmetros ecológicos*. Resumo de Congresso, VIII Congresso de Ecologia do Brasil, 2007, Caxambu – MG.

Carvalho L. S. & Avelino M. T. L. (2010) Composition and diversity of the spider fauna (Arachnida, Araneae) from Nazareth Farm, José de Freitas municipality, Piauí, Brazil. *Biota Neotrop.*10(3)
<http://www.biotaneotropica.org.br/v10n3/en/abstract?article+bn00510032010>.

Cavallero L., López D. & Barberis I. M. (2009) Morphological variation of *Aechmea distichantha* (Bromeliaceae) in a Chaco forest: habitat and size-related effects. *Plant Biol.* **11**, 379–391.

Céréghino R., Leroy C., Carrias J. F., Pelozuelo L., Ségura C., Bosc C., Dejean A. & Corbara B. (2011) Ant-plant mutualisms promote functional diversity in phytotelm communities *Funct. Ecol.* **25**, 954–963.

Colwell R. K. (2009) EstimateS: statistical estimation of species richness and shared species from samples. v. 8.2. Disponível em: <http://viceroy.eeb.uconn.edu/estimates>.

Costa G. S. (2011) Abundância da comunidade de protozoários flagelados presentes em fitotelmos de Bromeliaceae da planície de inundação do alto rio Paraná. Dissertação de Mestrado. Universidade Estadual de Maringá, Brasil.

Cotgreave P., Hill M. J. & Middleton J. A. G. (1993) The relationship between body size and population size in bromeliad tank fauna. *Biol. J. Linn. Soc.* **49**, 367–380.

Cronquist A. (1981) *An Integrated System of Classification of Flowering Plants*. Columbia University Press, New York.

Cunha E. R., Thomaz S. M., Mormul R. P., Cafofo E. G. & Bonaldo A. B. (2011) Macrophyte structural complexity influences spider assemblage attributes in wetlands. *Wetlands* (in press).

Dias S. C. & Brescovit A. D. (2003) Notes on the behavior of *Pachistopelma rufonigrum* Pocock (Araneae, Theraphosidae, Aviculariinae). *Rev. Bras. Zool.* **20**, 13-17.

Derraik J. G. B., Early J. W., Closs G. P. & Dickinson K. J. M. (2010) Morphospecies and taxonomic species comparison for Hymenoptera. *J. Insect Sci.* **10**, 1-7.

Ferro C. E. (2008) *Diversidade de aranhas de solo de uma área de mata ciliar, junto ao rio Ibicuí Mirim, em Itaara, Rio Grande do Sul, Brasil*. Dissertação de Mestrado, Pontifícia Universidade Católica do Rio Grande do Sul, Brasil.

Foissner W., Strüder-Kypke M., van der Staay G. W. M., Moon-van der Staay S. Y. & Hackstein J. H. P. (2003) Endemic ciliates (Protozoa, Ciliophora) from tank bromeliads (Bromeliaceae): a combined morphological, molecular, and ecological study. *Europ. J. Protistol.* **39**, 365–372.

Frank J. H. (1983) Bromeliad phytotelmata and their biota, especially mosquitos. In: *Phytotelmata: terrestrial plants as hosts of aquatic insects communities* (eds H. Frank & P. L. Lounibos) pp. 101-128. Plexus Publishing Inc., New Jersey.

Frank J. H., Sreenivasan S., Benschhoff P. J., Deyrup M. A., Edwards G. B., Halbert S. B., Hamon A. B., Lowman M. D., Mockford E. L., Scheffrahn R. H., Steck G. J., Thomas M. C., Walker T. J. & Welbourn W. C. (2004) Invertebrate animals extracted from native *Tillandsia* (Bromeliales: Bromeliaceae) in Sarasota County, Florida. *Fla. Entomol.* **87**, 176-185.

Frank J. H. & Lounibos L. P. (2009) Insects and allies associated with bromeliads: a review. *Terr. Arthropod Rev.* **1**, 125–153.

Gates M. W. & Cascante-Marín A. (2004) A new phytophagous species of *Eurytoma* (Hymenoptera: Eurytomidae) attacking *Werauhia gladioliflora* (Bromeliales: Bromeliaceae). *Zootaxa* **512**, 1-10.

Gesing J. P. A. (2008) Macroinvertebrados associados à *Vriesea friburgensis* mez (bromeliaceae) em floresta ribeirinha, Santa Maria, RS, Brasil. Dissertação de Mestrado. Universidade Federal de Santa Maria, Brasil.

Greeney H. F. (2001) The insects of plant-held waters: a review and bibliography. *J. Trop.Ecol.* **17**, 241-260.

Grohme S., Steiner J. & Zillikens A. (2007) Destruction of floral buds in the bromeliad *Vriesea friburgensis* by the phytophagous larvae of the wasp *Eurytoma* sp in southern Brazil (Hymenoptera: Eurytomidae). *Entomol. Gen.* **30**, 167-172.

IAPAR (Instituto Agronômico do Paraná) (2000) Cartas climáticas do Estado do Paraná. Instituto Agronômico do Paraná, Londrina. Disponível em: http://200.201.27.90/site/sma/Cartas_Climaticas/Cartas_Climaticas.htm. Acesso em: 16/09/2009.

IBGE (Fundação Instituto Brasileiro de Geografia e Estatística) (1990) Geografia do Brasil: região sul. v.2. IBGE, Rio de Janeiro.

Jabiol J., Corbara B., Dejean A. & Céréghino R. (2009) Structure of aquatic insect communities in tank-bromeliads in a East-Amazonian rainforest in French Guiana. *Forest Ecol. Manag.* **257**, 351–360.

Juncá F. A. & Borges C. L. S. (2002) Fauna associada a bromélias terrícolas da Serra da Jibóia, Bahia. *Sitientibus Série Ciênc. Biol.* **2**, 73-81.

Kitching R. L. (2001) Food webs in phytotelmata: “Bottom-Up” and “Top-Down” explanations for community structure. *Annu. Rev. Entomol.* **46**, 729–760.

Kitching R. L. (2004) *Food Webs and Container Habitats: The natural history and ecology of phytotelmata*. Cambridge University Press, Cambridge.

Leme E. M. C. (1984) Bromélias. *Ciência Hoje* **3**, 66-72.

Liebherr J. K. & McHugh J. V. (2003) Coleoptera. In: *Encyclopedia of insects* (eds V. H. Resh & R. T. Cardé) pp. 209–229. Academic Press, Amsterdam.

Liria J. (2007) Fauna fitotelmata en las bromelias *Aechmea fendleri* André y *Hohenbergia stellata* Schult del Parque Nacional San Esteban, Venezuela. *Rev. Peru. Biol.* **14**, 33- 38.

Lopez L. C. S., Rodrigues P. J. F. P. & Rios R. I. (1999) Frogs and snakes as phoretic dispersal agents of bromeliad ostracods (Limnocytheridae: *Hypidum*) and annelids (Naididae: *Dero*). *Biotropica* **31**, 705-708.

Ludwig J. A. & Reynolds J. F. (1988) *Statistical ecology: a primer on methods and computing*. John Wiley & Sons, New York.

Luther H. E. (2008) *An alphabetical list of bromeliad binomies*. The Bromeliad Society International, 11th edn. The Marie Selby Botanical Gardens, Sarasota.

Maguire B. (1971) Phytotelmata: biota and community structure determination in plant-held waters. *Ann. Rev. Ecol. Syst.* **2**, 439- 464.

Mestre L. A. M., Aranha J. M. R. & Esper M. L. P. (2001) Macroinvertebrates fauna associated to the bromeliad *Vriesea inflata* of the atlantic Forest (Paraná State, Southern Brazil). *Braz. Arch. Biol. Technol.* **44**, 89-94.

Montero G., Feruglio C. & Barberis I. M. (2010) The phytotelmata and foliage macrofauna assemblages of a bromeliad species in different habitats and seasons. *Insect Conserv. Divers.* **3**, 92-102.

Neiss U. G. (2007) *Estrutura da comunidade de macroinvertebrados aquáticos associados à *Mauritia flexuosa* Linnaeus (Arecaceae), fitotelmata, na Amazônia Central, Brasil*. Dissertação de Mestrado, Instituto Nacional de Pesquisas da Amazônia/Universidade Federal do Amazonas, Brasil.

Ng P. K. L. (2004) Crustacea: Decapoda, Brachyura. In: *Freshwater Invertebrates of the Malaysian Region* (eds C. Yule & H. S. Young) pp.311-336. Malaysian Academy of Sciences, Malaysia.

Nogueira A. A., Pinto-da-Rocha R. & Brescovit A. D. (2006) Orb-weavers spiders (Arachnida-Araneae) community in the Reserva Florestal do Morro Grande region, Cotia, São Paulo State, Brazil. *Biota Neotrop.* **6**(2) (online: <http://www.biotaneotropica.org.br/v6n2/pt/abstract?article+bn00906022006>)

Omena P. M. & Romero G. Q. (2008) Fine-scale microhabitat selection in a bromeliad-dwelling jumping spider (Salticidae). *Biol. J. Linn. Soc.* **94**, 653–62.

Ospina-Bautista F., Varón J. V. E., Betancur J. & Rebolledo E. R. (2004) Estrutura y composición de la comunidad de macro invertebrados acuáticos asociados a *Tillandsia Turneri* Baker (Bromeliaceae) en un bosque alto andino colombiano. *Acta Zool. Mex.* **20**, 153-166.

Panizzo J. U. (2011) *Physical factors influencing macroinvertebrate assemblages in epiphytic bromeliads in the rainforest of Belize*. Dissertação de Mestrado. Norwegian University of Life Sciences, Norway.

Paradise C. J. (2004) Relationship of water and leaf litter variability to insects inhabiting treeholes. *J. N. Am. Benthol. Soc.* **23**, 793-805.

Pereira D. L. V., Neiss U. G. & Ferreira R. L. M. (2007) Distribuição de *Paravelia recens* (Drake & Harris, 1935) (Hemiptera, Heteroptera, Veliidae) em *Guzmania brasiliensis* Ule, 1907 (Bromeliaceae) na Reserva Florestal Adolpho Ducke, Amazonas, Brasil. *Acta Amazonica*. **37**, 147-150.

Pita P. B. (1997) *Estudos anatômicos dos órgãos vegetativos de Dyckia Schultz f. e Encholirium Mart ex Schultz f. (Bromeliaceae) da Serra do Cipó - MG*. Dissertação de Mestrado, Universidade de São Paulo, Brasil.

Qian Z. Q., Schlick-Steiner B. C., Steiner F. M. *et al.* (2012) Colony genetic structure in the Australian jumper ant *Myrmecia pilosula*. *Insect. Soc.* **59**, 109–117.

Reitz R. (1983) Bromeliáceas e a malária – bromélia endêmica. In: *Flora Ilustrada Catarinense* (ed. R. Reitz) pp.1-559. *fasc. BROM* Herbário Barbosa Rodrigues, Itajaí.

Richardson B. A. (1999) The bromeliad microcosm and the assessment of faunal diversity in a neotropical forest. *Biotropica* **31**, 321-336.

Richardson B. A., Rogers C. & Richardson M. J. (2000) Nutrients, diversity, and community structure of two phytotelm systems in a lower montane forest, Puerto Rico. *Ecol. Entomol.* **25**, 348-356.

Richardson B. A., Borges S. & Richardson M. J. (2006) Differences between epigeic earthworm populations in tank bromeliads from Puerto Rico and Dominica. *Caribb. J. Sci.* **42**, 380-385.

Romero G. Q. (2005) *Associações entre aranhas Salticidae e Bromeliaceae: história natural, distribuição espacial e mutualismos*. Tese de Doutorado, Universidade Estadual de Campinas, Brasil.

Romero G. Q. & Vasconcellos-Neto J. (2004) Spatial distribution patterns of jumping spiders associated with terrestrial bromeliads. *Biotropica* **36**, 596–601.

Romero G. Q. & Vasconcellos-Neto J. (2005) The effects of plant structure on the spatial and microspatial distribution of a bromeliad-living jumping spider (Salticidae). *J. Anim. Ecol.* **74**, 12–21.

Romero G. Q., Mazzafera P., Vasconcellos-Neto J. & Trivelin P. C. O. (2006) Bromeliad-living spiders improve host plant nutrition and growth. *Ecology* **87**, 803–808.

Romero G. Q. & Srivastava D. S. (2010) Food-web composition affects cross-ecosystem interactions and subsidies. *J. Anim. Ecol.* **79**, 1122–1131.

Santos A. J. (2003) Estimativas de riqueza em espécies. In: *Métodos de estudos em biologia da conservação e manejo da vida silvestre* (eds L. Cullen Jr., R. Pudran & C. Valladares-Pádua) pp. 19-41. Editora da UFPR, Curitiba.

Sepka E. R. (2008) *Estudo de macroinvertebrados associados à Bromeliaceae em uma área de mata atlântica no estado do Paraná, Brasil, com ênfase na família Syrphidae (Diptera)*. Dissertação de Mestrado, Universidade Federal do Paraná, Paraná.

Sharkey M. J. (2007) Phylogeny and Classification of Hymenoptera. *Zootaxa* **1668**, 521–548.

Silva H. R., Carvalho A. L. G. & Bittencourt-Silva G. B. (2011) Selecting a hiding place: anuran diversity and the use of bromeliads in a threatened coastal sand dune habitat in Brazil. *Biotropica* **43**, 218-227.

Smith L. B. & Downs R. J. (1979) Bromelioideae (Bromeliaceae). *Flora Neotrop.* **14**, 1493–2142.

Souza M. C. & Kita K. K. (2002) Formações vegetais ripárias da planície alagável do alto rio Paraná e Mato Grosso do Sul, Brasil. In: *A planície de inundação do alto rio Paraná: Site 6 – PELD/CNPq* (eds A. A. Agostinho, S. M. Thomaz, L. Rodrigues & L. C. Gomes) pp.197-201. Relatório técnico anual, Maringá.

Souza Filho E. E. & Stevaux J. C. (2004). Geomorphology of the Paraná River Floodplain in the reach between the Paranapanema and Ivaí Rivers. In: *Structure and functioning of the Paraná River and its floodplain* (eds A. A. Agostinho, L. Rodrigues, L. C. Gomes, S. M. Thomaz & L. E. Miranda) pp. 9–13 Eduem, Maringá.

Srivastava D. S. & Lawton J. H. (1998) Why more productive sites have more species: an experimental test of theory using tree-hole communities. *Am. Nat.* **152**, 510-529.

Srivastava D. S., Kolasa J., Bengtsson J. *et al.* (2004) Are natural microcosms useful model systems for ecology? *Trends Ecol. Evol.* **19**, 379–84.

Srivastava D. S. & Bell T. (2009) Reducing horizontal and vertical diversity in a foodweb triggers extinctions and impacts functions *Ecol. Lett.* **12**, 1016–1028.

Stuntz S., Ziegler C., Simon U. & Zotz G. (2002) Diversity and structure of the arthropod fauna within three canopy epiphyte species in central Panama. *J. Trop. Ecol.* **18**, 161-176.

Suárez-Morales E., Mendoza F. & Mercado-Salas N. (2010) A new *Allocyclops* (Crustacea, Copepoda, Cyclopoida) from bromeliads and records of freshwater copepods from Mexico. *Zoosystema* **32**, 393-407.

Takeda A. M., Lansac-Tôha F. A. & Agostinho A. A. (2002) Estudos ecológicos de longa duração: reservatório de Itaipu e planície alagável do alto rio Paraná. *Cadernos da Biodiversidade* **3**, 51-63.

Takeda A. M., Souza-Franco G. M., Melo S. M. & Monkolski A. (2003) Invertebrados associados às macrófitas aquáticas da planície de inundação do alto rio Paraná (Brasil). In: *Ecologia e manejo de macrófitas aquáticas* (eds S. M. Thomaz & L. M. Bini) pp. 243-260. Eduem, Maringá.

Teixeira R. L., Schineider J. A. P & Almeida G. I. (2002) The occurrence of amphibians in bromeliads from a southeastern brazilian restinga habitat, with special reference to *Aparasphenodon brunoi* (Anura, Hylidae) *Braz. J. Biol.*, **62**, 263-268.

Tomazini V. (2003) *Epífitas vasculares em vegetação ripária da Planície Alagavel do alto Rio Paraná, Brasil*. Dissertação de Mestrado, Universidade Estadual de Maringá, Brasil.

Tomazini V. (2007) *Estrutura de epífitas vasculares e de forófitos em formação florestal ripária do Parque Estadual do Rio Ivinhema, Estado de Mato Grosso do Sul, Brasil*. Tese de Doutorado. Universidade Estadual de Maringá, Brasil.

Torreias S. R. S. (2008) *Macroinvertebrados associados à *Vriesea splitgerberi* (Mez) L. B. S. M. & Pitten. (1953) (Bromeliaceae) em uma floresta de campinarana na Reserva Florestal Adolpho Ducke, Amazônia Central*. Dissertação de Mestrado, Instituto Nacional de Pesquisas da Amazônia/Universidade Federal do Amazonas, Brasil.

Torreias S. R. S., Ferreira-Keppler R. L., Godoy B. S. & Hamada N. (2010) Mosquitoes (Diptera, Culicidae) inhabiting foliar tanks of *Guzmania brasiliensis* Ule (Bromeliaceae) in central Amazonia, Brazil. *Rev. Bras. Entomol.* **54**, 618–623.

Torreias S. R. S. & Ferreira-Kepler R. L. (2011) Macroinvertebrates inhabiting the tank leaf terrestrial and epiphyte bromeliads at Reserva Adolpho Ducke, Manaus, Amazonas. *Braz. Arch. Biol. Technol.* **54**, 1193-1202.

Toti D. S., Coyle F. A. & Miller J. A. (2000) A structured inventory of appalachian grass bald and heath bald spider assemblages and a test of species richness estimator performance. *J. Arachnol.* **28**, 329-345.

Tschinkel W. R. (2011) The Nest Architecture of Three Species of North Florida *Aphaenogaster* Ants. *J. Insect Sci.* **11**, 1-30.

Williams D. D. (2006) *The Biology of Temporary Waters*. Oxford University Press, Oxford.

Yanoviak S. P. (1999) Community structure in water-filled tree holes of Panama: effects of hole height and size. *Selbyana* **20**, 106-115.

Zotz G. & Thomas V. (1999) How much water is in the tank? Model calculations for two epiphytic bromeliads. *Ann. Bot.* **83**, 183–192.