



ORIGINAL
PAPER

**Macrofauna associada à *Nidularium* Lem.
(Bromeliaceae) de diferentes estratos verticais em
um fragmento de Floresta com Araucaria,
Curitiba, Paraná, Brasil**

*Macrofauna associated Nidularium Lem. (Bromeliaceae) of different
vertical strata in a fragment of forest with Araucaria, Curitiba, Paraná,
Brazil*

Marlon Panizon¹, Edinalva Oliveira² & Cláudia Regina Bosa³

Recebido: 21/01/2014
Received: 20/01/2014

Aceito: 31/07/14
Approved: 31/07/2014

Resumo

As bromélias são plantas epífitas, terrestres ou rupícolas, que em cuja roseta pode se acumular grandes volumes de água, detritos orgânicos e abrigar uma comunidade fitotelmica particular. O objetivo do presente estudo foi verificar a composição, variação vertical, temporal e analisar índices ecológicos da macrofauna associada ao gênero *Nidularium*. A área de estudo situa-se em um fragmento de Floresta Ombrófila Mista, anexo ao Zoológico Municipal de Curitiba. Duas campanhas de amostragem foram realizadas: uma no outono (Abril/2011) e outra na primavera (Setembro/2011). Cinco espécimes da planta por estrato foram extraídos: Solo - 0 m; 2 a 4 m; 4 à 8 m; e 8 à 12 m, totalizando 20 réplicas por estação e 40 ao total. 1778 organismos foram coligidos, 753 (42,3%) no outono e 1026 (57,7%) na primavera. A classe Hexapoda apresentou a maior abundância, compreendendo 6 ordens, distribuídas em 24 famílias, com destaque para: Hymenoptera - Formicidae; Colembola - Isotomidae e Coleoptera - Scirtidae. Os valores da riqueza de taxa, dominância de Simpson, diversidade de Shannon-Wiener, riqueza de Margalef, equitabilidade de Pielou e o estimador Jacnife de segunda ordem foram mais elevados nas amostragens do outono. A ocorrência dos taxa não foi influenciada pela estratificação. Sugere-se novas abordagens na área de estudo, em outras estações, numa amplitude de estratificação maior, considerando fatores microclimáticos e outros dados abióticos.

Palavras-chaves: *Fitotelma, Diversidade Biológica, Zoológico Municipal de Curitiba.*

¹ Biólogo, Graduação Bacharel e Licenciado pelo Curso de Ciências Biológicas, Universidade Positivo, 2011. Mestrando do Programa de Pós Graduação em Ciência e Tecnologia Ambiental - Universidade Tecnológica Federal do Paraná, Curitiba, Paraná. E-mail: marlon.limnologia@outlook.com

² Bióloga, Doutora em Ciências Biológicas área de concentração Zoologia (UFPR), E-mail edinaoli@yahoo.com.br, Universidade Positivo, Núcleo de Ciências Biológicas e da Saúde. Rua Professor Pedro Viriato Parigot de Souza, 5300, CEP 81280-330, Curitiba - PR, Brasil

³ Bióloga, Doutoranda em Ciências Biológicas do Programa de Pós-Graduação em Microbiologia, Parasitologia e Patologia, Universidade Federal do Paraná (UFPR).E-mail: crbosa@smma.curitiba.pr.gov.br

Abstract

The bromeliads are epiphytes, terrestrial or rupicolous, whose rosette can accumulate large amounts of water, organic debris and harbor a particular fitotelmica community. The aim of this study was to investigate the composition, vertical variation, temporal and analyze ecological indices of macrofauna gender Nidularium. The study area is located in a fragment of Forest Mixed Rain annexed to the Municipal Zoo of Curitiba. Two sampling campaigns were conducted: one in the fall (April/2011) and another in the spring (September/2011). Five specimens per stratum was analyzed: Solo - 0 m, 2-4 m, 4 to 8 m and 8 to 12 m, totaling 20 replicates per station and 40 to the total. 1778 invertebrate were collected, 753 (42.3 %) in the fall and in 1026 (57.7 %) in the spring. The Hexapoda class had the highest abundance, comprising 6 orders, distributed in 24 families, with emphasis on: Hymenoptera - Formicidae; Colembola - Isotomidae and Coleoptera - Scirtidae. The values of taxa richness, dominance of Simpson, Shannon -Wiener diversity, Margalef richness, evenness and Jacnife second order were higher in autumn samplings. The rate of occurrence was not influenced by stratification. Suggest new approaches in the study area are needed, in other seasons, a greater range of stratification , considering microclimatic factors and other abiotic data.

10.7213/estud.biol.36.086.A014

Disponível para download em:
www.pucpr.br/bs

Keywords: Fitotelma, Biological Diversity, Municipal Zoo of Curitiba.

Estud Biol. 2014 jan/jun 36(86):133-147



Sob licença
Creative Commons

Introdução

A família Bromeliaceae, Ordem Poales, inclui espécies de hábito epífita, terrestre ou rupícola (Pauletti, 2002). O fato da maioria das espécies serem epífitas obrigatórias ou facultativas ressalta a relevância do papel biológico dessas, à medida que propiciam no interior das florestas nichos ecológicos em diversos estratos acima do solo (Ambruster *et al.* 2002). A riqueza e abundância de espécies de bromélias em um determinado bioma pode ser utilizada para estimar o status de conservação do ambiente e a capacidade de suporte da biodiversidade (Araujo *et al.* 2007; Shuttz *et al.* 2012).

Em relação à ocorrência de Bromeliaceae na Floresta Ombrófila Mista, o endemismo é alto e a biodiversidade associada equivalente. Segundo Borgo *et al.* (2002), a riqueza específica dos epífitos vasculares em Floresta Ombrófila Mista é similar às formações sob domínio da Floresta Ombrófila Densa e maior que em formações sob clima com estações seca e chuvosa bem definidas.

Representantes da família Bromeliaceae são classificados como organismos fitotelmicos, devido a capacidade de formar cisternas ou tanques, pelo imbricamento das folhas, onde é comum o acúmulo de água e matéria orgânica em decomposição, os quais servem de substrato e alimento para uma variedade de outros organismos, que utilizam este ambiente para forrageamento, reprodução e refúgio contra predadores (Kitching, 2000; Vosgueritchian & Buzato 2006; Cogliatti-Carvalho *et al.* 2010).

O gênero *Nidularium* Lem. (Bromeliaceae), endêmico do Brasil, apresenta folhas suberetas ou arqueadas, membranáceas ou coriáceas, que formam uma roseta amplamente aberta ou infundibuliforme, cuja bainha foliar é bem desenvolvida, acumulando volumes consideráveis de água, detritos orgânicos e uma comunidade fitotelmica particular (Tardivo & Cervi, 1997). Entretanto, estudos com essa macrofauna associada a fitotelmos na Floresta Ombrófila Mista são raros.

Mestre *et al.* (2001), no Paraná em estudo comparativo com dez espécimes de *Vriesea inflata* Wawra, cinco junto ao solo e cinco epífitos, registraram um predomínio de Coleoptera, Sirtidae; Diptera e Hymenoptera (Formicidae). Nos exemplares de solo houve maior abundância na primavera, enquanto que predominaram epífitas no outono. No Rio Grande do Sul, uma área fragmentada de floresta Ombrófila Mista com entorno urbano foi analisada por Zanin e Tusset (2007), a distribuição vertical e fauna associada à *Vriesea friburgensis* Mez (1984) constatando variações em relação à ocorrência dos grupos e indivíduos. Segundo os autores, esta variação é relacionada a vários fatores abióticos como luminosidade, umidade, temperatura, qualidade de água, alimento disponível e refúgio que estas epífitas oferecem.

Favretto *et al.* (2011), estudaram 48 fitotelmos de *Vriesea reitzii* (Leme & Costa) e *Aechmea calyculata* (E. Morren) Bakere em área de Floresta Ombrófila Mista de Santa Catarina, cujos resultados evidenciaram um predomínio de Hymenoptera e Coleoptera, com maior complexidade e abundância da macrofauna associada a uma maior área foliar.

No Parque Municipal do Iguçu registra-se um fragmento de Floresta Ombrófila Mista bem desenvolvido, no qual vários exemplares de *Nidularium* podem ser observados ocorrendo em diferentes alturas, desde o solo até altitudes de 12 metros. O presente estudo teve como objetivo analisar a composição, variação vertical e estacional da macrofauna associada à esta bromélia durante dois períodos sazonais distintos, interpretando índices ecológicos para a comunidade registrada.

Material e Métodos

O Parque Municipal do Iguçu situa-se na divisa dos municípios de Curitiba e São José dos Pinhais, compreendendo uma área de mais de 8 milhões de m², é considerado o maior parque em área urbana do Brasil. Disposto na região sudeste de Curitiba, (Figura 1-A) entre as coordenadas 25°25'55"S e 49°12'05"W, abriga em seus limites o Zoológico Municipal de Curitiba e o Parque Náutico do Iguçu. A vegetação do local corresponde a um remanescente de Floresta Ombrófila Mista, popularmente conhecida como Floresta com Araucária, na qual predominam espécimes de *Araucaria angustifolia* (Bert.) O. Kuntze (1898).

Além das araucárias ocorrem diversas Myrtaceae (guamirins, cambuís) e Lauraceae (canelas), *Casearia sylvestris* Sw., 1786 (Guaçatunga), *Ilex paraguariense* A. St.-Hil, 1822 (erva-mate) e *Sorocea bonplandii* Burger, William Carl, 1962 (falsa-espinaheira-santa). No estrato arbustivo-herbáceo, ocorrem inúmeras Pteridophyta (samambaias), além de grupamentos de Marantaceae (caetê) e Poaceae. A presença de plantas epífitas é igualmente abundante tais como, orquídeas, samambaias, e outras espécies típicas do sub-bosque da floresta ombrófila mista, dentre as quais destacam-se as bromélias do gênero *Nidularium*.

No fragmento analisado foram reconhecidos quatro estratos de distribuição vertical no intervalo entre o solo e 12 metros de altitude: **Estrato 1** – disposto junto ao solo (entre 0,0 m e 2,0 m), **Estrato 2** – disposto no intervalo entre 2,0 m a 4,0 m de altitude em relação ao solo, **Estrato 3** – disposto no intervalo entre 4,0 m à 8,0 m e **Estrato 4** – disposto no intervalo entre 8,0 m e 12,0 m (Figura 1- B).

Foram realizadas duas campanhas amostrais, a primeira no outono (abril) e a segunda na primavera (setembro) de 2011. Por meio do método de busca ativa, de cada estrato foi extraído um total de cinco espécimes do gênero *Nidularium* Lem. (Bromeliaceae) registrados em forófitos distintos. Cada exemplar foi retirado manualmente do forófito. Nos estratos superiores foram utilizadas escadas e/ou cordas. Cada exemplar compôs uma amostra, totalizando 20 amostras por estação e 40 amostras ao total. No campo as amostras foram colocadas em recipientes plásticos e conduzidas ao laboratório de Zoologia da Universidade Positivo.

No laboratório cada amostra foi disposta em bandeja plástica e o volume de água do exemplar foi acondicionado em recipiente plástico, fixado em formol 10% e posteriormente transferido para álcool 70%. Para a realização do processo de triagem cada exemplar de *Nidularium* teve a roseta desfolhada no sentido periferia – centro. Os componentes da macrofauna foram coletados, com o auxílio de pinça e fixados em formol 10%. Posteriormente foram conservados em álcool 70%, com exceção de Arachnida, os quais foram mantidos em álcool 80%.

O substrato e os detritos contidos no interior do fitotelmo foram submetidos à separação pelo método de Berlese-Tullgren, o qual consiste na utilização do calor gerado por uma lâmpada sobre funis contendo as amostras. Os organismos presentes na amostra respondem negativamente ao calor. Por conseguinte buscam a fuga do mesmo, descendo através do funil, na base do qual é disposto um frasco contendo álcool 70 %, conforme proposto por Rodrigues, Correia, Alves e Aquino (2008).

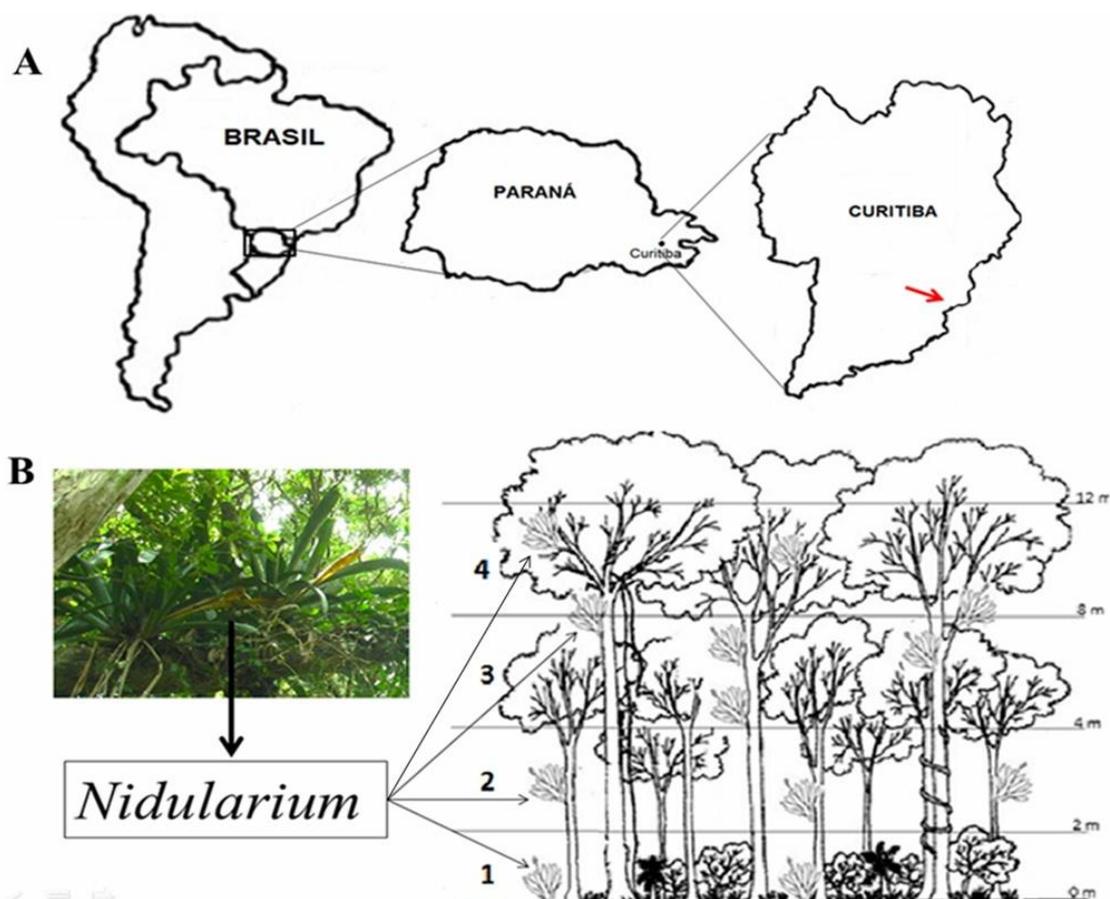


Figura 1. A. Mapa de localização do Parque Municipal do Iguaçu, área de disposição do Zoológico Municipal de Curitiba, em destaque seta vermelha B. Distribuição dos estratos amostrais no fragmento de floresta Ombrófila Mista. Fonte: Composição dos autores.

Após triagem a macrofauna foi identificada utilizando-se chave de identificação Merritt e Cummins (1996), Perez (1988). Os dados das cinco amostras de cada estrato foram somados para cálculo da abundância total, correspondendo ao número de indivíduos amostrados por período de estudo. Na análise vertical a distribuição de frequências absolutas e relativas dos táxons registrados, a riqueza de taxa, riqueza de Margalef, diversidade de Shannon-Wiener, diversidade de Simpson, dominância de Berguer-Parker, equitabilidade de Joule e foi calculado o estimador Jackknife de 2ª ordem, conforme proposições de Melo e Froelich (2001). O teste de χ^2 foi aplicado para comparar as diferenças entre os valores observados e esperados no contexto das estações em estudo e dos estratos em análise. Para análises foram utilizados os softwares Past versão 2.0 e Bioestat versão 5.0. As atividades de campo foram desenvolvidas mediante a liberação da Autorização de Pesquisa para Finalidades Científicas, concedida pela Divisão de Educação para Conservação da Fauna da Prefeitura Municipal de Curitiba. Os organismos coletados foram depositados na coleção científica do laboratório de Zoologia da Universidade Positivo.

Resultados

Foram colhidos no fitotelmo de *Nidularium* um total de $n= 1779$ organismos, sendo apenas $n= 1$ Vertebrado (Anura), registrado na primavera, no estrato 2. Enquanto que todos os demais são Invertebrados, genericamente denominados componentes da macrofauna. Dentre estes $n= 753$ (42,3%) ocorreram no outono, enquanto que $n= 1025$ (57,7%) na primavera. A Figura 2

apresenta a distribuição de abundâncias em cada estação por estrato. No Estrato 1 a maior abundância foi registrada no outono (n= 278; 53,0%), enquanto que nos demais estratos a maior abundância foi registrada na primavera. O teste do χ^2 evidenciou diferenças significativas (41,8 – p= 0,0001) a favor da estação de primavera.

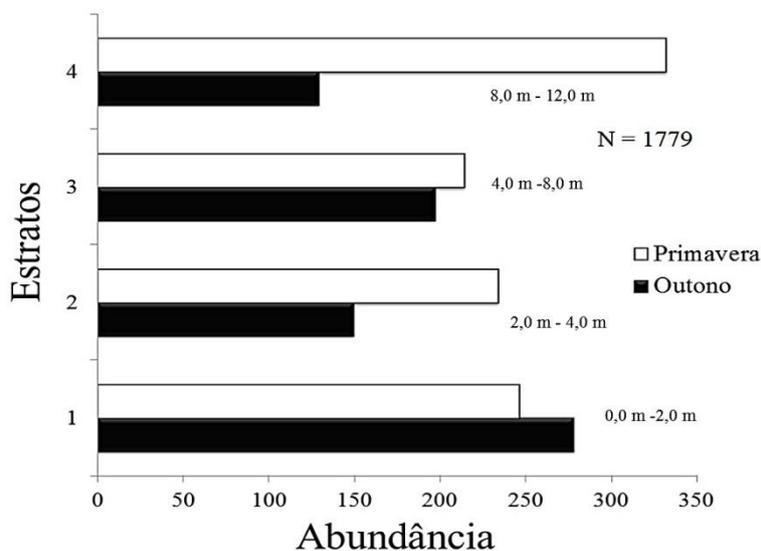


Figura 2. Macrofauna associada ao fitotelmo de *Nidularium*. Distribuição de abundâncias totais por estrato e por período amostral. Estrato 1 – entre 0,0 m e 2,0 m; Estrato 2 – entre 2,0 e 4,0 m; Estrato 3 – Entre 4, 0 m e 8,0 m; Estrato 4 – entre 8,0 m e 12,0 m.

No outono, o valor mais elevado da abundância na distribuição vertical foi registrado no Estrato 1 com 278 organismos que representam 36,9%, enquanto que a menor abundância foi registrada no estrato 4 com 129 organismos (17,1%). A aplicação do teste do χ^2 evidenciou que as diferenças entre os estratos 1 e 4 ($\chi^2 = 54,5$; p= 0,0001) são significativas, enquanto que nos demais estratos as diferenças nesta estação não são significativas. Na primavera a maior abundância foi registrada no Estrato 4 (n= 332; 32,4%) e a menor abundância no Estrato 3 (n= 214; 20,9%). Diferenças significativas, nesta estação foram registradas entre os estratos 1 e 4 ($\chi^2 = 12,79$), 2 e 4 ($\chi^2 = 17,34$) e 3 e 4 ($\chi^2 = 25,50$) e em todos os casos o nível de significância foi p= 0,0001.

A Tabela 1 apresenta os valores de distribuição das frequências absoluta e relativa da composição faunística registrados no fitotelma *Nidularium*. Onze taxa foram registrados nesta macrofauna. Hexapoda (n= 1395 indivíduos) foi o taxa que registrou as frequências mais elevadas em ambos os períodos com valores sempre superiores a 67%. No outono houve um aumento gradativo na frequência entre os estratos do solo em direção à copa das árvores, enquanto que, na primavera as maiores frequências foram registradas nos estratos 2 e 4.

Em *Nidularium* sp. os Hexapoda compreenderam seis ordens, distribuídas em 24 famílias (Tabela 2). As Ordens Diptera e Coleoptera apresentaram o maior número de táxons com 12 e 7 Famílias respectivamente. Diptera - famílias Tipulidae (n= 60), Chironomidae (n= 45) e Ceratopogonidae (n= 40). Coleoptera – famílias Scirtidae (n= 205), Elmidae (n= 91) e Staphylinidae (n= 58). No outono e na primavera o taxa de maior abundância foi Hymenoptera – Formicidae (outono- 204; 42,8 % e primavera- 161; 22,2%). Na sequência, Colembola – Isotomidae (outono – 119; 25% e primavera 122; 16,8%).

O segundo taxa mais abundante, Araneae (n= 84 indivíduos) foi registrado em todos os estratos em ambas as estações em estudo. Nos estratos 1 e 3 as frequências foram superiores no outono enquanto que nos estratos 2 e 4 foram registrados maiores valores na primavera. Isopoda (n= 67 indivíduos) foi o terceiro taxa mais abundante. As frequências mais elevadas ocorreram no estrato 1 nas duas estações. Os valores mais inferiores ocorreram no estrato 4 no outono e no estrato 3 na primavera.

Oligochaeta e Hydracarina apresentam ambos 62 indivíduos e foram o quarto taxa abundante. O primeiro taxa ocorreu em todos os estratos em ambos os períodos, com frequências mais elevadas no estrato 1. O segundo não foi registrado no estrato 4 na estação outono, quando o valor mais elevado foi registrado no estrato 3. Na primavera a maior frequência ocorreu no estrato 1. Chilopoda registrou o quinto taxa mais abundante (n= 24 indivíduos) sendo as maiores frequências registradas no estrato 1 em ambos os períodos de estudo.

Diplopoda (n= 20), Opiliones (n= 19) e Pseudoscorpiones (n=18) não foram registrados em todos os estratos nos dois períodos de estudo. Diplopoda não ocorreu nos estratos 3 e 4 no outono, Opiliones no estrato 4 no outono e estrato 3 na primavera e Pseudoscorpiones no outono somente ocorreu no estrato 4 e na primavera não ocorreu apenas no estrato 1. Gastropoda (n= 15) e Turbellaria (n= 12) foram os dois taxa menos abundantes. Os Gastropoda estiveram ausentes nas amostras da primavera, enquanto Turbellaria não foi registrada no estrato 2 no outono e estrato 1 na primavera.

A macrofauna de *Nidularium* foi identificadas apenas em categorias taxonômicas elevadas (famílias). Contudo, a observação ao microscópio estereoscópico revelou a presença de apenas um morfotipo para cada táxon determinado. Desta forma acredita-se ser possível avaliar índices ecológicos desta macrofauna.

A Tabela 3 apresenta os resultados das análises dos índices ecológicos para cada período de estudo e estrato vertical de amostragem. Considerando o fato de terem sido registradas maiores abundâncias nos estratos 2, 3 e 4 nas amostras da primavera, os valores da riqueza de taxa e da riqueza de Margalef foram mais elevados igualmente neste período e estratos, quando comparados ao outono. Além disso, no estrato 2 o valor atingiu o maior escore. Da mesma forma, os valores do estimador Jacniffe de segunda ordem foram maiores na primavera, com o estrato 4 registrando o maior valor.

No outono a dominância de Simpson foi mais elevada nos estratos 2 e 3, enquanto que na primavera valores superiores foram registrados nos estratos 1 e 4. A diversidade de Shannon-Wiener apresentou valores mais elevados nas amostras de outono a exceção do estrato 1 na amostra de primavera. A similaridade de Berger-Parker no outono nos estratos 1 e 3 registrou valores mais elevados, enquanto que na primavera valores superiores foram verificados nos estratos 2 e 4. A equitabilidade de Pielou no outono foi mais elevada nos estratos 2 e 4, enquanto que nos estratos 1 e 3 o maior valor foi registrado na primavera. Tendo em vista o fato dos fitotelmos serem espaços relativamente pequenos, quando comparados a outros ecossistemas, ainda assim é possível reconhecer que tais ambientes são capazes de suportar uma ampla e abundante macrofauna; a qual apresenta oscilações variáveis no tempo e no espaço.

Tabela 1. Macrofauna em *Nidularium*. Distribuição de frequência absoluta e frequência relativa da composição de grandes grupos taxonômicos em cada período amostral e nos respectivos estratos de estudo. Frequência Absoluta – valores em algarismos arábicos, Frequência Relativa – valores expressos em porcentagem e em negrito.

Taxa	Estação Estrato	Outono				Primavera			
		1	2	3	4	1	2	3	4
Turbellaria		2 0,7%		1 0,5%	4 3,1%		1 0,4%	1 0,5%	3 0,9%
Gastropoda						3 1,2%	3 1,2%	3 1,5%	6 1,8%
Oligochaeta		24 8,6%	6 4,3%	2 1,0%	4 3,1%	12 4,8%	3 1,2%	7 3,4%	4 1,2%
Hydracarina		4 1,4%	6 4,3%	18 9,0%		13 5,2%	9 3,7%	5 2,4%	7 2,1%
Pseudoescorpiones					4 3,1%		2 0,8%	8 3,9%	4 1,2%
Araneae		16 5,8%	5 3,6%	14 7,0%	4 3,1%	10 4,0%	14 5,8%	6 2,9%	15 4,5%
Opiliones		5 1,8%	6 4,3%	2 1,0%		3 1,2%	1 0,4%		2 0,6%
Chilopoda		6 2,2%	3 2,1%	2 1,0%	2 1,6%	6 2,4%	3 1,2%	1 0,5%	1 0,3%
Diplopoda		1 0,4%		2 1,0%		9 3,6%	5 2,1%	2 1,0%	1 0,3%
Isopoda		22 7,9%	5 3,6%	4 2,0%	1 0,8%	26 10,4%	5 2,1%	3 1,5%	1 1,8%
Hexapoda		198 71,2%	109 77,9%	156 77,6%	108 85,0%	169 67,3%	197 81,1%	170 82,5%	288 86,7%

Discussão

Na área de estudo, é possível registrar inúmeros espécimes de Bromeliaceae formando agregados densos, distribuídos nos diferentes estratos entre o solo e o dossel arbóreo. Comumente, a família Bromeliaceae apresenta padrões agregados de distribuição, este fato exerce fator preponderante na organização das comunidades que se estabelecem nestes ambientes resultando em replicabilidade no tempo e no espaço (Machado-Allison *et al.* 1985). De acordo com Benzing (2000), Vertebrados (Anura) e principalmente Invertebrados (Insetos) apresentam diversas espécies adaptados às mudanças na composição química da água e no aporte de nutrientes que oscilam no tempo e no espaço, no interior do fitotelmo.

A variação da riqueza e da abundância de macrofauna em Bromeliaceae, analisada em 12 estudos desenvolvidos em diferentes localidades são apresentados na Tabela 4 em ordem cronológica. Seis destes estudos foram desenvolvidos com espécimes do gênero *Vriesia*. Cinco destes estudos desenvolvidos no Brasil oscilam com uma média entre 33,1 a 97,2 indivíduos na macrofauna por espécime. Um deles no Panamá apresentou um valor médio de 913,5 indivíduos na macrofauna por espécime. Dois estudos foram desenvolvidos com *Guzmania* (Colômbia e Brasil) a macrofauna de cada espécime oscilou entre 105,8 e 340,5 indivíduos. *Aechmea* comporta uma média de 35 indivíduos por espécime. Os valores de riqueza foram variados e dependente do grau taxonômico com que os autores desenvolveram a análise. A menor riqueza foi de 5 ordens, enquanto que a mais elevada foi de 13 ordens, 56 famílias e 153 espécies e/ou

morfotipos. No presente estudo a média de indivíduos por espécime foi de 44,4 e a riqueza de famílias foi de 33.

Tabela 2. Presença de representantes da classe Hexapoda em *Nidularium*. Distribuição de frequência absoluta da composição de ordens e famílias em cada período amostral e nos respectivos estratos de estudo.

	Outono				Primavera				Tot
	1	2	3	4	1	2	3	4	
COLEMBOLA									
Isotomidae	18	41	9	51	11	42	14	55	241
Entomobriidae	8	11	12	7	7	9	5	15	74
DERMAPTERA									
Forficulidae	2	3	1	2	1	2	1	6	18
BLATODEA									
Blattidae	4	1	1	1	2	1	4	0	14
COLEOPTERA									
Chrysomelidae	1	1	0	2	0	1	0	1	6
Dryopidae	0	0	0	0	1	1	0	3	5
Elmidae	9	12	2	11	24	9	12	12	91
Haliplidae	0	4	0	2	0	2	0	5	13
Hydrophilidae	0	2	0	2	2	3	2	3	14
Scirtidae	5	26	9	29	19	36	11	70	205
Staphylinidae	3	6	6	11	1	14	5	12	58
DIPTERA									
Ceratopogonidae	7	3	2	5	6	7	10	0	40
Chironomidae	1	7	4	3	12	5	3	10	45
Culicidae	3	2	0	1	0	0	0	0	6
Ephydriidae	20	3	8	5	6	4	0	5	51
Dolichopodidae	0	4	0	1	0	0	0	12	17
Muscidae	6	3	0	1	0	1	0	0	11
Psicodidae	0	1	1	0	3	2	7	1	15
Sciomyzidae	0	1	0	0	0	0	0	0	1
Stratiomyidae	0	2	0	1	3	0	2	4	12
Syrphidae	13	0	11	1	5	0	0	0	30
Tabanidae	0	1	0	2	0	0	0	0	3
Tipulidae	15	1	11	4	12	2	9	6	60
HYMENOPTERA									
Formicidae	83	34	32	55	41	29	23	68	365
Tot	198	169	109	197	156	170	108	288	1395

Tabela 3. Distribuição de valores para os índices ecológicos em estudo na análise da variação estacional e vertical da macrofauna em *Nidularium*.

Índice	Outono				Primavera			
	1	2	3	4	1	2	3	4
Riqueza de taxa	25	21	26	21	33	34	28	30
Individual	278	149	197	129	246	234	214	332
Dominância de Simpson	0,87	0,91	0,94	0,84	0,91	0,87	0,90	0,87
Shannon-Wiener	2,58	2,67	2,70	2,71	2,86	2,60	2,66	2,55
Riqueza de Margalef	4,26	3,99	4,73	4,11	5,81	6,05	5,03	4,99
Equitabilidade de Pielou	0,80	0,87	0,83	0,89	0,81	0,73	0,89	0,75
Berger-Parker	0,29	0,21	0,20	0,17	0,16	0,23	0,17	0,21
Jackniffe de 2ª ordem	25,7	22,5	28,5	23,0	37,6	38,5	31,0	44,0

No presente estudo a presença de Vertebrados (Anura) não foi significativa, enquanto que os Invertebrados foram abundantes e variados em todos os estratos e em ambos os períodos de

estudo. Segundo Teixeira, Schneider e Almeida (2002), os Anura encontram nas Bromeliaceae itens alimentares e ainda podem utilizar o fitotelmo para completar estágios de seus ciclos de vida, sendo estes ambientes relevantes para a manutenção destes organismos.

A fauna de *Nidularium* foi estudada por Müller e Marcondes (2007) em Santa Catarina, na Floresta Ombrófila Densa, onde foram analisadas 120 bromélias e registradas 211 formas imaturas de Diptera da família Culicidae. (Marques *et al.*, 2012). Na Serra do Mar (Paraná - julho/2008 e junho/2009) analisaram um total de 94 espécimes desta Bromeliacea e registraram 2024 Dipteras, todos da família Culicidae. No presente estudo, nas 40 bromélias analisadas os Diptera totalizaram n = 291 indivíduos o que corresponde a cerca de 16,4% do total amostrado. Estes Diptera pertencem a cinco famílias: em ordem decrescente: Tipulidae, Ephydriidae, Chironomidae, Ceratopogonidae e Culicidae, a qual contribui com somente 2,06%. Essas variações podem estar relacionadas as alterações na composição estrutural do fragmento vegetal no qual *Nidularium* se estabeleceu.

Mestre *et al* (2001) registraram variações sazonais na abundância de indivíduos e na riqueza total em Bromeliacea epífitas e terrestres. Para os autores as chuvas no outono e inverno são fracas e escassas, resultando em um acúmulo maior de água no estrato junto ao solo. Enquanto que durante a primavera e verão, chuvas fortes e frequentes permitem que o acúmulo seja mais expressivo nos estratos superiores. Corroborando esta proposição no presente estudo no período de outono apenas no solo a abundância de indivíduos foi mais elevada. Enquanto que na primavera os valores mais elevados foram registrados nos estratos 2, 3 e 4. Além disso, os valores de riqueza de taxa e riqueza de Margalef foram sempre superiores nas amostras de primavera.

Tabela 4. Macrofauna em fitotelmos. Variação da riqueza e abundância de macrofauna em diferentes estudos com fitotelmos.

Fitotelmo (Número de espécimes)	Autor	Localidade	Macrofauna	
			Riqueza	Abundância
<i>Aechmea calyculata</i> (48)	Favretto <i>et al</i> (2011)	Santa Catarina, Brasil	5	1680
<i>Guzmania brasiliensis</i> (144)	Ferreira-Kepler & Torreias (2011)	Amazonas, Brasil.	28	15238
<i>Guzmania mitis</i> (36)	Wilches- Alvarez <i>et al</i> (2013)	Boyacá, Colombia	88	12258
<i>Nidularium</i> sp. (40)	Presente Estudo	Paraná, Brasil	33	1779
<i>Tillandsia</i> sp. (17)	Ospina-Bautista <i>et al</i> , (2008)	Cundinamarca, Colombia	13	660
Varios gêneros (300)	Sepka (2008)	Paraná, Brasil.	34	23.238
<i>Vriesea</i> sp. (36)	Mestre <i>et al</i> (2001)	Paraná, Brasil.	23	1639
<i>Vriesea friburgensis</i> (40)	Zanin & Tusset (2007)	Rio Grande do Sul, Brasil	15	1820
<i>Vriesea friburgensis</i> (24)	Gesing (2008)	Rio Grande do Sul, Brasil	50	1054
<i>Vriesea friburgensis</i> (24)	Gesing (2008)	Rio Grande do Sul, Brasil	50	1054
<i>Vriesea procera</i> (20)	Rondinelli <i>et al</i> (2008)	Bahia, Brasil	77	1944
<i>Vriesea splitgerber</i> (80)	Torreias (2008)	Amazonas, Brasil	42	2653
<i>Vriesea sanguinolenta</i> (72)	Bermúdez-Monge & Barrios (2011)	Colón, Panamá	153	65774

Sepka (2008), analisou a macrofauna em várias espécies de Bromeliaceae e verificou famílias equivalentes as registradas no presente trabalho com destaque para Chironomidae (56,4%) e Tipulidae (24%). No presente estudo estas famílias compreendem respectivamente: 2,52% e 3,37% do total amostrado. Os primeiros foram mais abundantes na primavera e os segundos no outono. Kitching (2000) destaca que os ambientes fitotelmicos agregam uma variedade de organismos, os quais encontram diferentes recursos de origem alóctone, nestes ecótonos. Particularmente os Diptera Chironomidae são em sua maioria herbívoros-detritívoros, ingerindo algas, fungos e microorganismos associados ao sedimento ou a folhas em decomposição no interior do fitotelmo; processando a matéria orgânica e disponibilizando-na para níveis tróficos superiores (Cranston, 1995).

Basicamente, duas teorias buscam explicar a estrutura organizacional das comunidades fitotélmicas: a primeira “*Bottom-up*” fundamenta-se no fato que o controle da comunidade se dá por meio da disponibilidade de recursos presentes no sistema; a segunda “*Top-down*” fundamenta-se no fato de que o controle da comunidade é exercido por predadores, principalmente das ordens Odonata e Diptera (Kitching, 2001). A presença de detritos no interior nos fitotelmos avaliados é expressiva, oferecendo aos componentes da macrofauna recursos alimentares em abundância.

Os Colembolas (famílias: Isotomidae e Entomobriidae) e os Coleoptera (famílias Scirtidae, Staphylinidae e Elmidae) compreendem 37,6% do total amostrado. Segundo Merrit e Cummins (1996) estes organismos são componentes do grupo funcional de alimentação coletor-catador, para os quais os detritos em suspensão representam um recurso fundamental. Aliado a este fato, não houve registro de quaisquer representantes da ordem Odonata. Neste contexto, nos fitotelmos em análise a estrutura organizacional acredita-se enquadrar na primeira teoria. A ausência das larvas de Odonata, pode ainda indicar que os Diptera entre outros predadores podem ser responsáveis pelo controle desta macrofauna.

Dentre os outros componentes desta macrofauna se destacam os Cheliceriformes, que representaram 10% do total amostrado nas duas estações. Estes organismos são apontados como importantes predadores em comunidades fitotélmicas (Gonzaga *et al.* 2007; Dias *et al.* 2000). Os Arachnida podem realizar relações mútuas com bromélias, obtendo abrigo, e local de forrageio, fornecendo em troca nutrientes às Bromeliaceae (Romero, 2005). No presente estudo foram registradas as ordens: Acari (62 indivíduos), Opiliones (19 indivíduos) e Araneae (84 indivíduos), dados que coincidem com os resultados de Gesing, (2008), que verificou em *Vriesea friburgensis* Mez, 114 indivíduos de Araneae, 6 de Pseudoescorpiones e 12 Opiliones em 24 bromélias. Mestre *et al.*, (2001) registrou 8 Pseudoescorpiones, 61 Araneae e 3 Opiliones.

Annelida (Oligochaeta), Platyhelminthes e Mollusca (Primavera), ocorreram em todos os estratos. A presença destes grupos é comum em ambientes fitotélmicos principalmente por obterem nestes locais uma abundância de matéria orgânica em decomposição (Kitching, 2001).

O Índice de dominância de Simpson, segundo Brower e Zarr (1984), mede a probabilidade de dois indivíduos, selecionados ao acaso na amostra, pertencerem à mesma espécie. Uma comunidade de espécies com maior diversidade terá uma menor dominância. No presente estudo a maior (0,94) e menor dominância (0,84) foram ambas registradas no outono, estratos 3 e 4, respectivamente. Provavelmente a ausência de Chrysomelidae, Dryopidae, Haliplidae, Hydrophilidae, Culicidae, Dolichopodidae, Muscidae, Sciomyzidae, Stratiomyidae e Tabanidae no estrato 3 e de Dryopidae, Psicodidae e Sciomyzidae no estrato 4 contribuem para a expressão destas diferenças.

O Índice de diversidade de Shannon–Wiener (número de espécies) variou entre 2,58 e 2,71. Estes valores podem ser considerados altos quando comparados à estudo similar no Paraná realizado por Mestre *et al.* (2001). Contudo, Melo (2008), afirma que o valor de um índice de diversidade em si é algo abstrato e difícil de se interpretar. As comunidades não são unidades fechadas, mas abertas ao fluxo de entrada e saída de migrantes. Isto faz com que, mesmo após anos de estudos intensivos, inventários revelem a existência de espécies não encontradas anteriormente.

A riqueza de Margalef registrou valor máximo de 6,05 na primavera e mínimo de 3,99 no outono, ambos no estrato 2. Nos demais estratos as variações neste índice foram pouco expressivas. Segundo Magurran (1988) este índice, tem como vantagem a fácil aplicação, sendo útil quando empregado em áreas delimitadas, no espaço e no tempo, que apresentem espécies enumeradas e identificadas.

Nesse sentido, fica evidente que a riqueza e abundância de Bromeliaceae em um determinado ambiente são fatores relevantes no potencial de manutenção e na capacidade de suporte da biodiversidade do local. Os fitotelmos destes vegetais compartilham muitas interações com seus forófitos, sua fauna e microorganismos, os quais são parcial ou totalmente dependentes do micro-habitat formado (Kaehler *et al.* 2005).

Conclusões:

A macrofauna associada à Bromeliaceae no fragmento de Floresta Ombrófila Mista em Curitiba apresenta uma variedade de táxons. A estratificação vertical não influencia a distribuição desta macrofauna, mas sim as variações sazonais; pois estas criam alterações no microclima. O grupo Hexapoda foi dominante em todos os estratos e estações climáticas com destaque para as ordens Diptera e Coleoptera.

Sugere-se que novas abordagens sejam desenvolvidas, ampliando a variedade de Bromeliaceae, bem como o número de espécimes investigados. Além disso é fundamental que se analise ao longo de todas as estações climáticas e ainda numa amplitude de estratificação mais elevada com inferência de fatores microclimáticos para determinar o papel das variações abióticas na composição e estrutura desta comunidade fitotelmica.

Agradecimentos

Ao Programa de Iniciação Científica da Universidade Positivo e ao Departamento de Conservação da Fauna – Zoológico de Curitiba pela autorização de pesquisa e apoio.

Referências

- Ambruster, P., Hutchinson, R. A., & Cotgreave, P. (2002). Factores influencing community structure in a South American tank bromeliad fauna. *Oikos*, 96(2), 225-234.
- Araujo, V. A., Melo, S. K., Araujo, A. P. A., Gomes, M. L. M., & Carneiro, M. A. A. (2007). Relationship between invertebrate fauna and bromeliad size. *Brazilian Journal of Biology*, 4(67), 611 -617.
- Benzing, D. H. (2000). Bromeliaceae: profile of na adaptative radiation. Cambridge University Press. New York. 690p

- Bermúdez-Monge, J., & Barrios, H. (2011). Insectos asociados a *Vriesea sanguinolenta* Cogn. & Marchal (Bromeliaceae). *Scientia*, 21(2), 7-32.
- Borgo, M., & Silva, S. M. (2002). Epífitos vasculares em fragmentos de Floresta Ombrófila Mista, Curitiba, Paraná, Brasil. *Revista Brasileira de Botânica*, 26(3), 391-401.
- Borgo, M., Silva, S.M., & Petean, M.P. (2002). Epífitos vasculares em um remanescente de Floresta Estacional Semidecidual, município de Fênix, PR, Brasil. *Acta Biologica Leopoldensia*, 24(1), 121-130.
- Bregenski, M. A. (2008). Variação espacial e temporal de *Talitroides topitotum* (Burt, 1934) (Crustacea, Amphipoda, Talitridae), em um remanescente de floresta Ombrófila Mista, no Parque Municipal do Iguaçu, Curitiba, PR. *Dissertação de Mestrado*. Universidade Federal do Paraná, Curitiba.
- Brower, J. E., & Zarr, J. H. (1984). *Field & laboratory methods for general ecology*. 2 ed. Wm. C. Brown Publishers, Dubuque, Iowa, 226p.
- Cogliatti-Carvalho, L., Rocha-Pessôa T. C., Nunes-Freitas, A. F., & Rocha C. F. D. (2010). Volume de água armazenado no tanque de bromélias, em restingas da costa brasileira. *Acta Botanica Brasilica*, 24(1), 84-95.
- Cranston, P.S. (1995). Introduction. In P. Armitage, P.S. Cranston and L.C.V. Pinder (eds.). *Chironomidae: Biology and Ecology of Non-biting Midges*, Chapman and Hall, London, Glasgow, New York, Tokyo, Melbourne, Madras, pp. 572.
- Dajoz, R. (2005). *Princípios de Ecologia*. 7. ed. Porto Alegre: Artmed Editora S.A, 519 p.
- Dias S. C., Brescovit, A. D, Santos, L. T., & Couto, E. C. G. (2000). Aranhas em Bromélias de duas Restingas do Estado de Sergipe. *Biologia Geral e Experimental*, 1(1), 22-24.
- Favretto, M. A., Hoeltgebaum, M. P., Lingnau, R., & D'agostini, F. M. (2011). Entomofauna em Duas Espécies de Bromélias no Oeste de Santa Catarina, Brasil. *EntomoBrasilis*,4(1), 10-12.
- Ferreira- Kepler, R. L., & Torreias, S. R. S. (2011). Macroinvertebrates inhabiting the tank leaf terrestrial and epiphyte bromeliads at Reserva Adolpho Ducke, Manaus, Amazonas. *Brazilian Archives of Biology and Technology*, 54(6), 1193-1202.
- Fish, D. (1983). Phytotelmata: Flora and Fauna. In: Frank, J. H. Lounibos, L. P. (Eds.). *Phytotelmata: Terrestrial Plants as Host for Aquatic Insect Communities*. Medford, New Jersey, *Plexus*, 7(1), 1-28.
- 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, Santa Maria – RS.
- Gonzaga, M. O., Santos, A. J., & Japyassú, H. F. (2007). *Ecologia e comportamento de aranhas*. Editora Interciência, Rio de Janeiro.
- Kaehler, M., Varassin, I. G., & Goldenberg, R. (2005). Polinização em uma comunidade de bromélias em floresta atlântica alto-montana no estado do Paraná, Brasil. *Revista Brasileira de Botânica*, 2(28), 219-228.
- Kitching, R. L. (2000). *Food Webs and container habitats: The natural history and ecology of phytotelmata*. Cambridge University Press. 431 p.

- Kitching, R. L. (2001). Food webs in phytotelmata: “Bottomup’ and “top-down” explanations for community structure. *Annual Review of Entomology*, 46: 729-760.
- Machado-Allison, C. E., Barrera, R., Frank, J. H., Delgado, L., & Gómez, C. (1985). Mosquito Communities in Venezuelan Phytotelmata. En: Lounibos L. P., Rey J. C., Frank, J. H. editores. *Ecology of Mosquitoes. Proceedings Workshop*. Welaka, Fla. pp 79-93.
- Magurran, A. E. (1988). *Ecological diversity and its measurement*. Princeton, Princeton University Press, 179p
- Marques, T. C., Bourke, B. P., Laporta, G. Z., & Sallum, M. A. M. (2011). Mosquito (Diptera: Culicidae) assemblages associated with *Nidularium* and *Vriesea* bromeliads in Serra do Mar, Atlantic Forest, Brazil. *Parasites & Vectors*, 41(5), 2-9.
- Mello, C. F. (1981). Fauna associada as bromélias *Cannistran aff. giganteum* (Baker) L. B. Smith e *Neoregelia cruenta* (R. Graham) L. B. Smith de restinga do litoral norte do Estado de São Paulo. Dissertação de mestrado, UNICAMP, São Paulo.
- Melo, A. S. (2008). O que ganhamos ‘confundindo’ riqueza de espécies e equabilidade em um índice de diversidade? *Biota Neotropica*, 8(3), 21-27.
- Melo, A. S., & Froehlich, C. G. (2001). Evaluation of methods for estimating macroinvertebrate species richness using individual stones in tropical streams. *In Freshwater Biology*, 46(1), 711–721.
- Merritt, R.W. & Cummins, K. W. (1996). *An introduction to the aquatic insects of North America*. 3ª ed. Kendall/Hunt Publishing Company. 706 p.
- Mestre, L. A. M., Aranha, J. M. R., & Esper, M. L. P. (2001). Macroinvertebrate fauna associated to the bromeliad *Vriesea inflata* of the Atlantic Forest (Paraná State, southern Brazil). *Brazilian Archives of Biology and Technology*, 44(1), 89-94.
- Müller, G. A., Marcondes, C. B. (2007). Immature mosquitoes (Diptera: Culicidae) on the bromeliad *Nidularium innocentii* in Ombrophilous Dense Forest of Santa Catarina Island, Florianópolis, Santa Catarina State, southern Brazil. *Revista Biotemas*, 20(2), 7-31.
- Ospina-Bautista, F., Varón, E., Jaime, V., Realpe, E., & Gast, F. (2008). Diversidad de invertebrados acuáticos asociados a Bromeliaceae en un bosque de montaña. *Revista Colombiana Entomología*, 34(2), 224-229.
- Pauletti, K. R. (2002). Desenvolvimento de Bromélias em ambientes protegidos com diferentes alturas e níveis de sombreamento. Dissertação de Mestrado. ESALQ-USP- Piracicaba.
- Pérez, G. R. (1988). *Guía para el estudio de los macroinvertebrados acuáticos del Departamento de Antioquia, Colombia, Bogotá*. Editorial Presencia Ltda. 217 p. 19.
- Rodrigues, K. M., Correia M. E. F., Alves, L. B. & Aquino, A. M. (2008). Funis de Berlese-Tullgren modificados utilizados para amostragem de Macroartrópodes de solo. *Seropédica*, 1(22), 1-8.
- Romero, G. Q. (2005). *Associações entre aranhas Salticidae e Bromeliaceae: história natural, distribuição espacial e mutualismos*. Tese de Doutorado, Universidade de Campinas, Campinas -SP.
- Rondinelli, S. F., Cambuí, E. C. B., Nogueira, M. M., Vargens, M. M. F., & Camardelli, M. C. (2008). Fauna associada à bromélia *Vriesea procera* (Martius ex Schults Filius) Wittmack

- em monoculturas de seringueiras na Reserva Ecológica Michelin, Baixo Sul da Bahia, Brasil. *Sítientibus Série Ciências Biológicas*, 8(3), 311- 315
- Schultz, R., Araújo, L. C., & Sá, F. S. (2012). Bromélias: abrigos terrestres de vida de água doce na floresta tropical. *Natureza on line*, 10(2), 89-92.
- Sepka, E. R. (2008). Estudo de macroinvertebrados associados a Bromeliaceae em uma área de Mata Atlântica no estado do Paraná, Brasil, com ênfase na família Syrphidae (Diptera). Dissertação de Mestrado. UFPR, Curitiba, Paraná.
- Sodré, V. M. (2008). Estudo da comunidade de invertebrados em fitotelmata de Bromeliaceae com ênfase em Chironomidae (Insecta Díptera) em um fragmento de Mata Atlântica no município de Magé, RJ. Dissertação de Mestrado. UFSCar Universidade Federal de São Carlos, 65 p.
- Tardivo, R. C., & Cervi, A. C. (1997). O gênero *Canistrum* E. Morren (Bromeliaceae) no Estado do Paraná. *Acta Botanica. Brasilica*, 2(11), 259-271.
- Teixeira, R. L., Schneider, 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). *Brazilian Journal of Biology*, 6(2), 263-268.
- Torreias, S. R. S. (2008). Macroinvertebrados associados a *Vriesea splitgerberi* (MEZ) L B. SM. & PITTEN (1953) (Bromeliaceae) em uma floresta de campinarama na Reserva Florestal Adolpho Ducke, Amazônia Central. Dissertação de Mestrado. INPA/ Universidade Federal do Amazonas, Manaus.
- Vosguertchian, S. B., & Buzato, S. (2006). Reprodução sexuada de *Dyckia tuberosa* (Vell.) Berr (Bromeliaceae, Pitcairnioideae) e a interação planta-animal. *Revista Brasileira de Botânica*, 29(3), 433-442.
- Wilches-Alvarez, W., Botero-A, M. F., & Cortes-P, F. (2013). Macroinvertebrados associados a *Guzmania mitis* L.b. sm. (Bromeliaceae) em dos fragmentos de Robledal. *Colombia Forestal*, 16(1), 5-20.
- Zanin, M. E., & Tusset, C. (2007). *Vriesia friburgensis* Mez.: distribuição vertical da espécie e fauna associada. *Revista Brasileira de Biociências*, 5(1), 138 -142.