

UFMS

UNIVERSIDADE FEDERAL DE MATO GROSSO DO SUL

**Efeito da disponibilidade de recursos alimentares sobre a diversidade e a
composição de espécies de morcegos filostomídeos em regiões do Pantanal e do
Cerrado**

Roberto Lobo Munin

Orientador: Erich Fischer

**Efeito da disponibilidade de recursos alimentares sobre a diversidade e a
composição de espécies de morcegos filostomídeos em regiões do Pantanal e do
Cerrado**

Roberto Lobo Munin

Tese apresentada ao programa de Pós-graduação
em Ecologia e Conservação da Universidade
Federal de Mato Grosso do Sul, como parte das
exigências para obtenção do título de Doutor em
Ecologia.

Orientador: Erich Fischer

Campo Grande
2012

Agradecimentos

Ao Erich Fischer pela orientação, ensinamentos, motivação e amizade. À minha família, em especial meu pai Alcides e minha mãe Glaucia pelo suporte e grande incentivo aos estudos. Aos professores Adriano Garcia Chiarello, Josué Raizer, Marcelo Oscar Bordignon, Marcelo Rodrigues Nogueira e Wilson Uieda por integrarem a banca de avaliação da tese. Ao professor Josué Raizer, Nicolay Cunha e Massao (Mamão Sagui) pela ajuda nas análises estatísticas dos dados. Ao professor Gustavo Graciolli pela ajuda na identificação das partes de artrópodes nas fezes dos morcegos. À Ângela Maria Correa pela ajuda na identificação das espécies de pólen e à Tatyana Lobova e Christiane Corrêa pela ajuda na identificação das sementes. À Rafaela pela ajuda na triagem de parte das amostras de artrópodes. Aos amigos Alan, Amanda, Fernando, Gabriel, Guilli, Maurício e Renato (Frodo) pela ajuda em campo. À Priscila pelo companheirismo diário indispensável, pela ajuda em campo e na triagem de material em laboratório e pelas discussões sobre o trabalho. Aos proprietários das fazendas onde foram realizadas algumas coletas de campo. Ao Breno e Gabriel (Dread) pelo companheirismo. À Rose, secretária do PPGEC pela ajuda nos assuntos acadêmicos e no agendamento de viagens. À UFMS pelo apoio logístico. Agradeço ao CNPq pelo financiamento e à FUNDECT-MS e CAPES pelo apoio indireto.

Índice

RESUMO	5
ABSTRACT	6
INTRODUÇÃO	7
MÉTODOS	11
<i>Locais de estudo</i>	11
<i>Coleta de dados</i>	12
<i>Análise de dados</i>	16
RESULTADOS	19
<i>Comunidade de morcegos filostomídeos</i>	19
<i>Itens alimentares disponíveis aos filostomídeos</i>	22
<i>Itens alimentares consumidos pelos filostomídeos</i>	31
<i>Riqueza de filostomídeos de três guildas alimentares</i>	40
<i>Itens consumidos por Carollia perspicillata e Artibeus planirostris</i>	42
DISCUSSÃO	53
<i>Conclusões</i>	57
REFERÊNCIAS	58

Resumo

A especialização alimentar dos morcegos filostomídeos aparentemente tem fortes influências históricas e tem sido apontada como um dos principais mecanismos que permitem a co-ocorrência de várias espécies. Por outro lado, esta especialização pode implicar na ausência ou na baixa abundância de determinada espécie em locais onde seu recurso alimentar principal é escasso. Neste estudo avalio se há diferenças entre a planície (Pantanal) e o planalto (Cerrado) na diversidade de morcegos filostomídeos, na diversidade de recursos alimentares disponíveis e na diversidade de itens consumidos. Avalio também se a composição das espécies de frutos e flores e das ordens de artrópodes disponíveis como recurso alimentar determinam a composição de espécies de morcegos filostomídeos na planície e no planalto. A comunidade de filostomídeos do Cerrado apresentou maior riqueza ($S = 15$) e índice de diversidade de Shannon ($H' = 1,46$) que o Pantanal ($S = 10$ e $H' = 0,71$, respectivamente). A maior riqueza e diversidade de itens alimentares disponíveis no Cerrado que no Pantanal permitem um número maior de espécies de morcegos filostomídeos naquela região. A riqueza e diversidade de itens consumidos pelos morcegos também foram maiores no Cerrado que no Pantanal. As maiores abundâncias relativas dos morcegos frugívoros *Artibeus planirostris* e *Platyrrhinus lineatus* no Pantanal que no Cerrado são determinada pelas maiores abundâncias relativas de seus alimentos principais – frutos de *Ficus* spp. e *Cecropia pachystachya* – no Pantanal que no Cerrado. Por outro lado, as maiores abundâncias relativas dos frugívoros *Carollia perspicillata* e *Sturnira lilium* e do nectarívoro *Glossophaga soricina* no Cerrado são determinadas pelas maiores abundâncias relativas de seus alimentos principais – frutos de *Piper* spp. e recursos florais – no Cerrado que no Pantanal. Os resultados sustentam que a composição e abundância de plantas usadas como fontes alimentares determinam, em grande parte, a ocorrência e a abundância local de espécies de filostomídeos no Cerrado e no Pantanal. Adicionalmente, corroboram hipótese que a especialização alimentar é um fator chave para a co-ocorrência de espécies de filostomídeos.

Palavras-chave: *Cecropia*, Chiroptera, especialização alimentar, *Ficus*, Phyllostomidae, *Piper*

Abstract

The feeding specialization of phyllostomid bats apparently has strong historical influences and has been pointed out as a major mechanism allowing the co-occurrence of several species. On the other hand, this specialization may result in the absence or low abundance of certain species in sites where their main food source is scarce. In this study I evaluate whether there are differences between the floodplain (Pantanal) and plateau (Cerrado) in the diversity of phyllostomid bats, diversity of available food resources, and diversity of consumed items. I also evaluate whether the composition of species of fruits and flowers and orders of arthropods available as food resource determine species composition of phyllostomid bats in the floodplain and plateau. Phyllostomid community of the Cerrado presented higher richness ($S = 15$) and Shannon diversity index ($H' = 1.46$) than Pantanal ($S = 10$ and $H' = 0.71$, respectively). The higher richness and diversity of food items available in the Cerrado than in the Pantanal allow a greater number of species of phyllostomids there. The richness and diversity of items consumed by bats were also higher in the Cerrado than in the Pantanal. The higher relative abundance of the frugivorous bats *Artibeus planirostris* and *Platyrrhinus lineatus* in the Pantanal than in the Cerrado are determined by higher relative abundances of their main foods – fruits of *Ficus* spp. and *Cecropia pachystachya* – in the Pantanal than in the Cerrado. On the other hand, the greater relative abundances of the frugivorous *Carollia perspicillata* and *Sturnira lilium* and the nectarivorous *Glossophaga soricina* in the Cerrado are determined by higher relative abundances of their main foods – fruits of *Piper* spp. and floral resources – in the Cerrado than in the Pantanal. The results support that the composition and abundance of plants used as food sources determine, to a large extent, the occurrence and local abundance of phyllostomid species in the Cerrado and in the Pantanal. Additionally, it corroborates the hypothesis that feeding specialization is a key factor for the co-occurrence of phyllostomid species.

Key-words: *Cecropia*, Chiroptera, feeding specialization, *Ficus*, Phyllostomidae, *Piper*

Introdução

Os morcegos – ordem Chiroptera – estão distribuídos em 18 famílias e aproximadamente 1100 espécies, que representam um quarto da mastofauna mundial. Dentre os mamíferos, a ordem Chiroptera apresenta a mais ampla distribuição geográfica, provavelmente devido à capacidade de voar e à ampla diversidade de nichos (Nowak 1994, Simmons 2005). Na região neotropical as comunidades locais de morcegos são dominadas em abundância e riqueza por espécies da família Phyllostomidae. No Brasil, dentre as espécies conhecidas de morcegos (~ 160) mais da metade são filostomídeos (Kalko 1997, Taddei & Pedro 1998, Reis et al. 2000, Estrada & Coates-Estrada 2001, Sampaio et al. 2003). Os filostomídeos destacam-se como o grupo de morcegos, e até mesmo de mamíferos, mais versátil na exploração de alimentos. São conhecidas espécies predominantemente frugívoras, nectarívoras, granívoras, insetívoras, carnívoras, sanguívoras ou onívoras (Gardner 1977, Nogueira et al. 2005). Polinizam flores ou dispersam sementes de mais de 1000 espécies de angiospermas (Howe 1986, Fleming 1986, Marinho-Filho 1991, Fischer 1992, Fischer et al. 1992, Galindo-González et al. 2000, Munin 2008), atuam no controle de populações de animais vertebrados e invertebrados utilizados como presas (Sazima 1978, Martuscelli 1995, Bredt et al. 1996), são hospedeiros exclusivos de inúmeras espécies de dípteros ectoparasitos (Fritz 1983, Gannon & Willig 1995, Komeno & Linhares 1999) e são também presas consumidas por aves, serpentes e outros mamíferos (Hopkins & Hopkins 1982, Motta & Taddei 1992, Fischer et al. 1997, Fischer et al. 2010).

Embora muitas espécies de morcegos apresentem ampla distribuição e ocorrência em diferentes tipos de vegetação, há diferenças marcantes da composição de espécies entre as regiões fitogeográficas do Brasil. Nos domínios do Cerrado são conhecidas 80 espécies de morcegos, sendo duas endêmicas (Coimbra et al. 1982, Marinho-Filho 1996a, Pedro & Taddei 1997, Gregorin et al. 2011). Na Caatinga também há duas espécies endêmicas, dentre 69 espécies de morcegos registradas (Oliveira et al. 2003, Gregorin & Ditchfield 2005, Taddei & Lim 2010). Maior riqueza de morcegos e mais casos de endemismos são conhecidos para a Amazônia (~ 120 espécies, 12 endêmicas) e a Mata

Atlântica (~ 90 espécies, quatro endêmicas) (Trajano 1985, Fazzolari-Corrêa 1995, Pedro et al. 1995, Brosset et al. 1996, Marinho-Filho 1996b, Taddei & Pedro 1998, Ochoa 2000, Reis et al. 2000, Lim & Engstrom 2001, Barnett et al. 2006). No Pantanal são conhecidas 80 espécies de morcegos, nenhuma endêmica (Alho et al. 2011a). Os morcegos filostomídeos estão divididos em oito subfamílias – Desmodontinae, Phyllostominae, Carolliinae, Stenodermatinae, Phyllonycterinae, Lonchophyllinae, Brachyphyllinae e Glossophaginae. Não há registros de espécies de Phyllonycterinae e Brachyphyllinae no Brasil, assim como de espécies de Lonchophyllinae no Pantanal. No planalto de entorno do Pantanal são registradas 44 espécies de morcegos, 27 Phyllostomidae (Leite et al. 1998, Marinho-Filho & Sazima 1998, Camargo & Fischer 2005, Simmons 2005, Longo et al. 2007, Alho et al. 2011b).

O Pantanal não apresenta endemismos para diversos grupos, incluindo plantas superiores, vertebrados e invertebrados (Willink et al. 2000). Por ser formação geológica muito recente (final do Pleistoceno), é possível que o tempo evolutivo combinado às condições do Pantanal não tenham permitido a evolução de espécies características desta formação. Espécies provenientes de formações mais antigas (Paleozóico e Mesozóico), das regiões de entorno, provavelmente foram as principais colonizadoras do Pantanal. A marcada sazonalidade climática e o regime de inundações, entre outros fatores, devem atuar impedindo a ocorrência de determinadas espécies no Pantanal (Pott & Pott 1994, Junk et al. 2006). Por outro lado, os pulsos anuais de produtividade, decorrentes do ciclo anual de inundação, permitem que determinadas espécies formem populações extremamente densas durante períodos curtos. De modo geral, as características do Pantanal favorecem a colonização e a ocorrência de espécies pioneiras, oportunistas e/ou generalistas, de ampla distribuição geográfica.

Além de condições físico-climáticas, a disponibilidade de recursos e as interações ecológicas, tais como competição e predação, são fatores determinantes da composição de espécies de comunidades naturais (Simberloff 1983, Schoener 1986, Diamond & Case 1986). Animais vertebrados cujas dietas dependem de flores e/ou frutos, bem como de insetos, estão sujeitos a

períodos de fartura e de escassez de alimento, quando aumenta a pressão de competição (Heithaus et al. 1975, Foster 1982, Leighton & Leighton 1983, Wolda 1988, Fischer & Araujo 1995, Araujo & Sazima 2003). De modo geral, é esperado que variações da produtividade primária, sazonais ou estocásticas, afetem indiretamente a presença e a abundância de espécies predadoras, uma vez que as populações de presas respondem à variação da produção primária mais rapidamente que os predadores. Portanto, a variação da disponibilidade espacial e temporal de fontes alimentares deve afetar a composição das comunidades de morcegos no Pantanal, assim como diferenças entre as espécies quanto à capacidade para explorar estas fontes.

Diferentes hábitos alimentares predominam entre as subfamílias de filostomídeos. Espécies de *Stenodermatinae* e *Carollinae* são tipicamente frugívoras, apesar de também consumirem artrópodes, néctar e pólen (Willig et al. 1993, Giannini & Kalko 2004, Mancina et al. 2005, Munin 2008, Silva et al. 2008, Teixeira et al. 2009, York & Billings 2009). Morcegos *Glossophaginae* se alimentam predominantemente de pólen e néctar, mas algumas espécies se alimentam predominantemente de frutos e artrópodes em algumas regiões (Muchhala & Jarrín-V. 2002, Zortéa 2003, Giannini & Kalko 2004, Tschapka 2004, Munin 2008). A maioria das espécies de *Phyllostominae* consome artrópodes, mas algumas são onívoras ou se alimentam de vertebrados pequenos (Gardner 1977, Munin 2008). Dentre esses principais grupos de alimento existem ainda especializações mais refinadas. Espécies de *Artibeus* e *Platyrrhinus* consomem predominantemente frutos de *Ficus* e *Cecropia*, espécies de *Carollia* predominantemente frutos de *Piper* e espécies de *Sturnira* predominantemente frutos de *Piper* e *Solanum* (Heithaus et al. 1975, Fleming 1986, Marinho-Filho 1991, Passos et al. 2003, Giannini & Kalko 2004, Munin 2008, Silveira et al. 2011). Além disso, há diferenças na preferência por ordens de artrópodes; morcegos frugívoros e nectarívoros consomem predominantemente artrópodes de corpo mole, como *Lepidoptera*, *Hymenoptera*, *Diptera*, ao passo que filostomídeos insetívoros consomem predominantemente artrópodes de corpo duro, como *Coleoptera* e *Orthoptera* (Hymphrey et al. 1983, Willig et al. 1993, Munin 2008). Também ocorrem diferenças quanto à

preferência por espécies de flores; morcegos filostomíneos visitam predominantemente flores que fornecem maiores quantidades de néctar que flores visitadas por morcegos glossofagíneos (Gribel et al. 1999, Fischer 2000).

A estrutura trófica atual dos morcegos filostomídeos aparentemente tem forte influência histórica e tem sido apontada como um dos principais mecanismos que permitem a ocorrência de várias espécies em um mesmo local (Marinho-Filho 1991, Flemig 1986, Passos et al. 2003, Giannini & Kalko, 2004, Munin 2008, Silva et al. 2008, Rex et al. 2010, Mello et al. 2011, Rojas et al. 2011). A especialização alimentar dos filostomídeos pode implicar na ausência ou na baixa abundância de determinada espécie em locais onde seu recurso alimentar principal é escasso (Fleming 1986, Passos et al. 2003, Reis et al. 2003, Giannini & Kalko 2004, Munin 2008, Sánchez et al. 2011). Por outro lado, em situações de escassez de alimento, espécies de filostomídeos podem incluir ou aumentar o consumo de itens que não fazem parte da sua dieta predominante, o que permitiria a ocorrência destas espécies mesmo em locais com baixa disponibilidade de seus recursos principais (Fleming 1986, Zortéa 2003, Mello et al. 2004, Tschapka 2004, Munin 2008, Silva et al. 2008, Rex et al. 2010, Sperr et al. 2011). Apesar destas expectativas, os poucos estudos que avaliam a relação da ocorrência de morcegos filostomídeos com a disponibilidade de recursos alimentares abordam uma única espécie ou gênero de morcego, desconsiderando outros fatores, como a competição, que podem resultar da presença de outras espécies de morcegos e de outros tipos de recursos alimentares no mesmo local (Giannini 1999, Mello et al. 2008). O único estudo que inclui várias espécies e gêneros de morcegos filostomídeos aborda apenas os efeitos da disponibilidade de frutos sobre a comunidade de morcegos frugívoros (Sánchez et al. 2011). Entretanto, esse estudo não apresenta dados da abundância relativa das espécies de frutos disponíveis nos locais de estudo.

Neste estudo avalio se há diferenças entre a planície (Pantanal) e o planalto (Cerrado) quanto à diversidade de morcegos filostomídeos, diversidade de recursos alimentares disponíveis e diversidade de itens consumidos. Adicionalmente, avalio se a riqueza das espécies de filostomídeos

de uma determinada guilda alimentar é determinada pela abundância e/ou riqueza de seu principal recurso. Investigo também se a composição das espécies de frutos e flores e das ordens de artrópodes disponíveis como recurso alimentar determinam a composição de espécies de morcegos filostomídeos na região sul do Pantanal e entorno. Além disso, avalio se há diferença na composição de itens consumidos pelos filostomídeos entre a planície e o planalto. Considerando a preferência dos morcegos filostomídeos por certos grupos de alimento, é esperado que a abundância relativa de determinada espécie de morcego seja baixa em locais com baixa abundância relativa e riqueza dos recursos alimentares principais da espécie e que em locais com baixa abundância relativa e riqueza do seu recurso alimentar principal, a espécie consuma outros itens mais abundantes disponíveis no local, alternativos ao seu recurso principal.

Métodos

Locais de estudo

O Pantanal brasileiro compreende aproximadamente 140.000 km², constituindo a maior planície inundável da Terra e, com exceção das regiões de dunas costeiras, a formação geológica mais recente da América do Sul (Godoi Filho 1986). A planície está situada no centro da América do Sul, sendo limitada ao norte pelas depressões Cuiabana e do Alto Paraguai, ao sul pelo rio Apa, a leste pelas serras da Bodoquena, Maracaju e São Gerônimo e a oeste pela região chaquenha (Amaral Filho 1986). O clima é do tipo Aw de Köppen (PCBAP 1997), com estações seca e úmida bem definidas. As chuvas são concentradas de novembro a março, com picos em dezembro e janeiro (Allem & Valls 1987). A pluviosidade média varia de 1000 a 1400 mm por ano (Alfonsi & Camargo 1986). As temperaturas variam de 28-29 °C no verão e 17-22 °C no inverno. O regime hidrológico é caracterizado por um ciclo anual de cheia e vazante. A fisionomia do Pantanal apresenta mosaico de diferentes tipos de ambientes como matas ciliares, capões, cordilheiras, campos inundáveis e lagoas temporárias ou permanentes (Cunha et al. 1986, Damasceno Jr. et al. 1996, Araujo & Sazima 2003).

O clima do planalto de entorno do Pantanal é mais úmido quando comparado ao da planície. A pluviosidade média varia de 1000 a 1600 mm. As temperaturas variam de 25 a 32 °C no verão e de 8 a 17 °C no inverno (PCBAP 1997). O planalto inclui principalmente regiões de remanescentes de Cerrado, de Floresta Estacional Semidecidual (Mata Atlântica), matas ciliares e pastagens e também regiões de floresta amazônica e de Chaco (Prance & Schaller 1982).

Para o estudo das comunidades de morcegos foram utilizados oito sítios ao longo das bacias hidrográficas do Miranda e do Negro, que abrangem as regiões de Cerrado (planalto) e Pantanal (planície), Mato Grosso do Sul (Fig. 1). Em cada uma das bacias foram amostrados quatro sítios, sendo dois na planície do Pantanal e dois no planalto. Na bacia do Miranda o estudo incluiu, no Pantanal, as regiões de Passo do Lontra (19° 34' S, 57° 20' W) e município de Miranda (20° 14' S, 56° 30' W) e, no planalto, os municípios de Jardim (22° 18' S, 56° 09' W) e Nioaque (21° 04' S, 55° 40' W). Na bacia do Negro o estudo foi feito em regiões do Pantanal próximas às fazendas Arara Azul (19° 14' S, 57° 00' W) e Campo Lourdes (19° 33' S, 55° 35' W), e em regiões no planalto próximas aos municípios de Rio Verde de Mato Grosso (18° 30' S, 54° 30' W) e de Rio Negro (19° 00' S, 55° 10' W). As quatro localidades que foram estudadas no planalto (duas na bacia do Negro e duas na bacia do Miranda) estão situadas em formações geológicas do Paleozóico (formações Aquidauana, Ponta Grossa e Furnas) e Mesozóico (formação Botucatu) e as localidades na planície compreendem formação do Cenozóico (formação Pantanal).

Coleta de dados

Para amostragens de morcegos, cada sítio foi visitado quatro vezes entre 2009 e 2010. A cada expedição mensal, um sítio situado na planície e outro no planalto foram amostrados consecutivamente. As amostragens no Passo do Lontra e Jardim ocorreram em maio e dezembro de 2009 e em abril e dezembro de 2010, em Miranda e Nioaque ocorreram em março e outubro de 2009 e em março e outubro de 2010, na fazenda Arara Azul e Rio Negro ocorreram em abril e novembro

de 2009 e em maio e setembro de 2010 e na fazenda Campo Lourdes e Rio Verde de Mato Grosso ocorreram em junho e setembro de 2009 e em junho e novembro de 2010. Em cada visita a um determinado sítio, foram feitas capturas de morcegos em três noites consecutivas, totalizando 12 noites de amostragens por sítio. A cada noite de amostragem num mesmo sítio as redes foram armadas em locais diferentes, distantes 1 a 25 km entre si. Os morcegos foram capturados com auxílio de quatro redes de neblina (duas de 2,6 x 12 m e duas 2,6 x 18 m) a cada noite de amostragem, abertas ao pôr do sol e fechadas após 6 h, totalizando 11.232 m².h de esforço amostral em cada sítio e 89.856 m².h em todo o estudo. Em cada sítio foram selecionados locais representativos de mata ciliar, que constituem tipo de ambiente florestal comum aos oito sítios de coleta. Os morcegos capturados foram acondicionados e mantidos em sacos de pano durante 30-40 min para posterior manipulação. Para auxiliar a identificação, para cada morcego capturado foram registrados o sexo, a classe de idade (jovem ou adulto), o comprimento do antebraço (com paquímetro, precisão 0,1 mm) e a massa (com dinamômetro portátil, precisão 0,5g). A seguir os indivíduos foram marcados com anilhas numeradas de alumínio, fixadas ao redor do pescoço com uso de corrente de bolinhas de metal, para identificação de recapturas e soltos no mesmo local da captura. A identificação das espécies de morcegos foi feita no campo, com auxílio de chaves de identificação. Dois ou três espécimes de cada espécie de morcego foram coletados para confirmação da identificação e inclusos na coleção ZUFMS-M como testemunhos.

Para estimar a disponibilidade de fontes alimentares para os morcegos foram feitas amostragens de frutos, flores e insetos nos oito sítios. Para encontrar plantas cujos frutos ou flores apresentam características que podem permitir a exploração por morcegos, foram estabelecidas três parcelas paralelas ao rio de 1200x10 m em cada sítio, totalizando 3,6 ha por sítio. Uma parcela foi

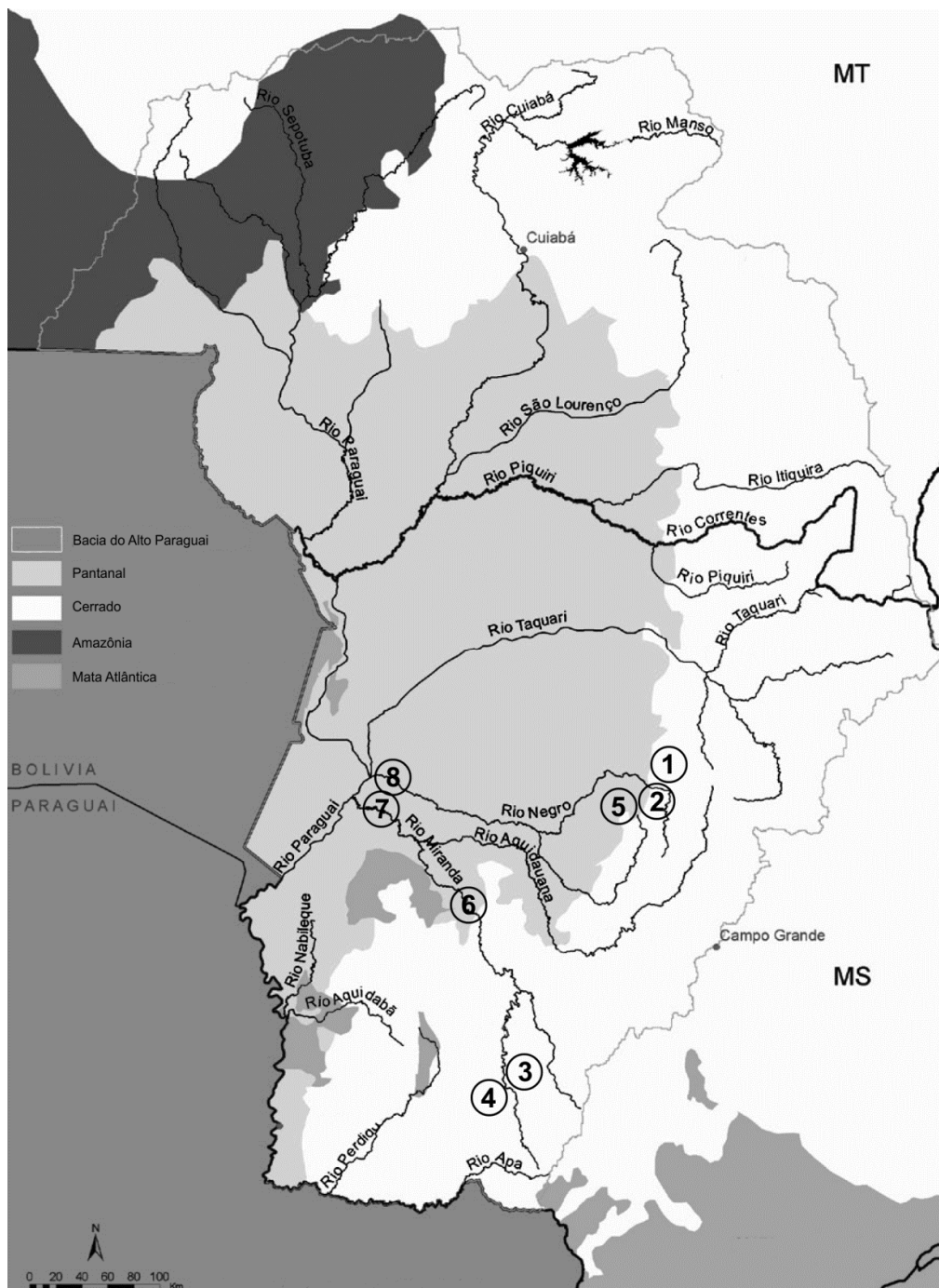


Figura 1. Sítios amostrados no planalto (Cerrado) (1 a 4) e sítios amostrados na planície (Pantanal brasileiro) (5 a 8), Mato Grosso do Sul. Os sítios 1 (Rio Verde de Mato Grosso), 2 (Rio Negro), 5 (Fazenda Campo Lourdes) e 8 (Fazenda Arara Azul) estão situados na bacia hidrográfica do rio Negro e os sítios 3 (Nioaque), 4 (Jardim), 6 (Miranda) e 7 (Passo do Lontra – BEP) estão situados na bacia do rio Miranda.

colocada próxima ao rio, outra na porção mediana e outra próxima à borda da floresta ciliar. Amostragens de plantas foram realizadas durante o dia nas mesmas datas em que foram feitas as capturas de morcegos. Foram contadas apenas as plantas com flores e/ou frutos maduros. As espécies de frutos e flores foram amostradas tendo como critério de inclusão uma compilação de estudos sobre a dispersão de sementes nos neotrópicos, incluindo diversas regiões do Brasil (Lobova et al. 2009), bem como estudos sobre o hábito alimentar de morcegos nas regiões de estudo (Gonçalves et al. 2007, Munin 2008, Teixeira et al. 2009, Munin et al. 2011). Espécies que não constaram dessa compilação, mas que geraram dúvida quanto ao seu potencial consumo por morcegos também foram amostradas. Posteriormente, espécies de sementes e pólen que não foram encontradas nas amostras fecais dos morcegos capturados foram excluídas das análises. Além de frutos e flores, foram amostrados insetos durante a noite com auxílio de armadilhas luminosas. Capturas de insetos foram feitas nas mesmas noites de captura de morcegos. Foi usada uma armadilha luminosa com luz negra de 15 w de potência, construída com base no modelo “Luiz de Queiroz” (de Almeida et al. 1998), dispostas no sub-bosque. A partir do pôr do sol até 6 h depois, a armadilha permaneceu ligada por um total de três horas, com períodos de 30 min de exposição alternados com 30 min de não-exposição. Todos os insetos capturados foram retirados das armadilhas em intervalos de 60 min, coincidindo com o final de cada 30 min de exposição da armadilha. Os insetos capturados foram armazenados imersos em álcool 80% e identificados até o nível de ordem, em laboratório e com auxílio da literatura (cf. Whitaker 1988). Para avaliar a variação de massa entre as ordens e a variação da massa total de insetos capturados entre os sítios, os indivíduos de cada ordem foram agrupados e pesados em balança analítica (precisão 0,001g).

A frequência de itens consumidos pelos morcegos foi registrada por meio de análises de amostras fecais individuais, coletadas nas bolsas de pano e eventualmente logo após a evacuação durante a retirada dos animais das redes. O conteúdo fecal depositado foi individualizado em microtubos com tampa contendo glicerina. No laboratório, as amostras fecais foram inspecionadas

com auxílio de estereomicroscópio para registrar a presença de sementes, polpa de frutos, folhas e artrópodes. Para registrar a presença de pólen o material fecal foi inspecionado, sob microscópio, através do preparo de lâminas frescas. O registro de “frutos” foi considerado quando sementes e/ou polpa foram encontradas nas amostras fecais. O registro de “folhas” foi considerado quando constatada a presença de tecido vegetal com células estomáticas. As espécies de sementes e pólen foram identificadas por comparação com material coletado de plantas nos locais de estudo.

Análise de dados

Dentre as espécies de morcegos capturados, assumi que *Desmodus rotundus* (Desmodontinae) é exclusivamente sanguívora, e não consome recursos vegetais ou artrópodes; por isso não foi incluída neste estudo. Os filostomídeos *Chrotopterus auritus* (n = 3) e *Pygoderma bilabiatum* (n = 1) não forneceram amostras fecais. Estas espécies não foram incluídas nas análises de dieta, mas incluídas nas análises de comunidade uma vez que a disponibilidade de pólen, frutos e artrópodes pode influenciar a ocorrência de *C. auritus* e *P. bilabiatum* (Munin 2008, Lobova et al. 2009).

Para medir a heterogeneidade das comunidades em cada sítio foram calculados os índices de dominância de Simpson (D) e de diversidade de Shannon (H') (Ludwig & Reynolds 1988, Krebs 1989, Gotelli & Entsminger 2001), com auxílio do programa Past 2.10 (Hammer et al. 2001). Para estimar a riqueza de espécies de morcegos, das espécies de frutos e pólen e das ordens de artrópodes disponíveis nos sítios, assim como a riqueza desses itens encontrados nas fezes dos morcegos no Pantanal e no Cerrado, foi utilizado o estimador de riqueza Chao 2 (cf. Barnett et al. 2006) com auxílio do programa EstimateS 8.2.0 (Colwell 2006). Para avaliar diferenças na suficiência amostral de espécies de morcegos, de pólen e de frutos e ordens de artrópodes disponíveis nos sítios e presentes nas amostras fecais dos morcegos em cada sítio, foram construídas curvas de rarefação com auxílio do programa EstimateS. Teste G foi usado pra verificar se há diferenças entre o planalto e a

planície quanto à proporção de itens consumidos pelas duas espécies de filostomídeos mais abundantes ($N \geq 10$) nas duas regiões, *Carollia perspicillata* e *Artibeus planirostris*.

Para avaliar quais fatores explicam a riqueza de morcegos (variável dependente) de determinada guilda alimentar (frugívoros, nectarívoros e insetívoros), foram utilizados modelos lineares simples com a riqueza e abundância (variáveis independentes) dos diferentes itens alimentares (frutos, pólen e artrópodes); *Phyllostomus discolor*, *P. hastatus* e *Chrotopterus auritus* não foram incluídas na análise por não pertencerem estritamente a nenhuma das guildas (frugívoros, nectarívoros e insetívoros, ver Ferrarezi & Gimenez 1996, Rojas et al. 2011) consideradas no estudo. A seleção dos modelos foi feita utilizando o critério de informação de Akaike (Akaike Information Criteria; AIC). Este critério considera a qualidade do ajuste do modelo e o número de variáveis envolvidas, sendo que os melhores modelos possuem os menores valores de AIC (Mazerolle 2006). Para cada modelo foi calculado o ΔAIC ($\Delta AIC = AIC_i - AIC_{min}$), com correção para pequenas amostras (ΔAIC_c). O melhor modelo apresenta $\Delta AIC_c = 0$. Foi calculado o peso relativo de cada modelo (ΔAIC_w), que é interpretado do modelo *i* ser o melhor modelo para os dados em questão dado um conjunto de modelos candidatos (Johnson & Omland 2004).

Para avaliar diferenças na composição das espécies de morcegos, todos os morcegos capturados nas 12 noites de amostragem em cada sítio foram considerados como uma unidade amostral independente. Para avaliar diferenças na composição de recursos alimentares disponíveis, a soma do número de plantas reprodutivas (com pólen ou frutos) e da massa de ordens de artrópodes disponíveis em cada expedição em um determinado sítio foi considerada como uma unidade amostral independente. Para avaliar diferenças na composição de itens alimentares presentes nas fezes dos morcegos entre comunidades, o conjunto de fezes produzidas por todos os indivíduos nas 12 noites de amostragem em cada sítio foi considerado como uma unidade amostral independente. Três matrizes foram então construídas com esses dados. Uma foi construída usando a porcentagem de indivíduos de cada espécie de morcego em relação ao total de morcegos capturados em cada sítio. A

segunda matriz foi construída usando a porcentagem de cada item alimentar nas amostras fecais de cada sítio. Para cada amostra fecal foi registrada a presença ou ausência de cada tipo de alimento e usado o número de amostras fecais em que determinado item estava presente para calcular sua abundância proporcional (cf. Lopez & Vaughan 2007, Munin 2008). Espécies de sementes e pólen cujas plantas não foram encontradas nos sítios amostrados, e ordens de artrópodes que não foram capturadas nas armadilhas luminosas não foram incluídas na matriz. A terceira matriz foi construída usando duas matrizes: uma com a porcentagem de plantas de cada espécie de pólen e fruto em relação ao total de plantas disponível e outra com a porcentagem da massa de cada ordem de artrópode em relação à massa total das ordens disponíveis em cada sítio. A técnica de Escalonamento Multidimensional Não-métrico (NMDS) foi utilizada para arranjar os sítios de amostragens de acordo com a similaridade (ou dissimilaridade) da composição das espécies de morcegos, da dieta dos morcegos e da composição de recursos alimentares disponíveis. Essa técnica não assume relações lineares entre variáveis ou distâncias métricas, apresenta mais tolerância a células vazias na matriz de dados e pode sumarizar mais informações em menos eixos que outras técnicas de ordenação (Manly 1986, Borcard et al., 2011). A técnica usa um índice de estresse que varia de 0 a 1 para medir quanto a distância em uma matriz de associação difere das distâncias derivadas. O baixo valor de estresse encontrado nas análises permitiu a representação da similaridade dos sítios em apenas um eixo de ordenação. O índice de similaridade de Bray-Curtis foi utilizado nas ordenações (Faith et al. 1987, Borcard et al. 2011). Este índice trabalha consistentemente bem com diferentes tipos de dados e não atribui similaridade devido à ausência comum de determinada espécie de morcego (Faith et al. 1987, Borcard et al. 2011). Para avaliar quais espécies de morcegos, sementes e pólen e quais ordens de artrópodes tiveram maior contribuição nas configurações resumidas pelo NMDS, foram feitas correlações de Pearson entre as abundâncias relativas de cada espécie ou ordem de artrópodes com o eixo do NMDS.

Para avaliar o efeito da composição dos recursos alimentares disponíveis sobre a composição das espécies de filostomídeos nos sítios amostrados, foi realizada regressão linear simples entre o eixo de configuração espacial dos sítios resumido pelo NMDS em função da composição dos recursos alimentares disponíveis e o eixo NMDS da configuração dos sítios em função da composição das espécies de morcegos filostomídeos.

Resultados

Comunidade de morcegos filostomídeos

Foram capturados 832 morcegos filostomídeos de 17 espécies. A proporção de indivíduos capturados nos sítios da planície (515/832) foi maior ($\chi^2 = 47,12$, gl = 1, $p < 0,0001$) que a do planalto (317/832). No Pantanal foram registradas dez espécies pertencentes a oito gêneros, ao passo que no planalto foram registradas 15 espécies pertencentes a 12 gêneros (Tabela 1). Indivíduos de *Lophostoma silvicolum* e *Phyllostomus hastatus* foram capturados exclusivamente no Pantanal, ao passo que *Anoura caudifer*, *Anoura geoffroyi*, *Micronycteris minuta*, *Mimon bennetti*, *Platyrrhinus helleri* e *Pygoderma bilabiatum* foram capturados exclusivamente no planalto. *Artibeus planirostris* foi o morcego mais abundante no Pantanal e no Cerrado, compreendendo 83% (430/515) e 56% (179/317) das capturas, respectivamente. *Carollia perspicillata* foi o segundo morcego mais abundante no Pantanal e no Cerrado, compreendendo 6% (32/515) e 21% (66/317) das capturas, respectivamente. A dominância (D) foi maior nos sítios da planície que do planalto (Tabela 1).

A riqueza de espécies de filostomídeos estimada pelo índice Chao 2 foi maior para o planalto (15 espécies; IC 95%: 15-18,6) que para o Pantanal (10 espécies; IC 95%: 10-10). O incremento de espécies de morcegos para os sítios da planície estabilizou com menos indivíduos capturados que para os sítios do planalto (Fig. 2). O índice de diversidade de Shannon para a comunidade de filostomídeos foi maior ($t = -8.085$, gl = 642,62, $p < 0,0001$) no planalto que na planície (Tabela 1).

Tabela 1. Número (e porcentagem) de capturas de 17 espécies de morcegos filostomídeos, arranjadas em ordem decrescente de abundância total em quatro sítios de amostragens na planície (Pantanal) e quatro no planalto (Cerrado), Mato Grosso do Sul, Brasil.

Espécies	Planície do Pantanal					Planalto de entorno					Total
	Arara Azul	BEP	Campo Lourdes	Miranda	Total	Jardim	Rio Negro	Nioaque	Rio Verde	Total	
<i>Artibeus planirostris</i>	234 (92)	65 (77)	34 (68)	97 (76)	430 (83)	53 (73)	43 (63)	62 (50)	21 (40)	179 (56)	609 (73,2)
<i>Carollia perspicillata</i>	1 (0)	3 (4)	1 (2)	27 (21)	32 (6)	4 (6)	14 (21)	38 (31)	10 (20)	62 (12)	98 (11,8)
<i>Platyrrhinus linetaus</i>	14 (6)	14 (17)	2 (4)		30 (6)	1 (1)	1 (2)	4 (3)		6 (2)	36 (4,3)
<i>Glossophaga soricina</i>			4 (8)	2 (2)	6 (1)		3 (4)	4 (3)	9 (17)	16 (2)	22 (2,6)
<i>Sturnira lilium</i>	2 (1)				2 (1)	8 (11)		10 (8)		18 (6)	20 (2,4)
<i>Anoura caudifer</i>							6 (9)	2 (2)	2 (4)	10 (3)	10 (1,2)
<i>Artibeus lituratus</i>		1 (1)		1 (1)	2 (1)	4 (6)	1 (2)	1 (1)	1 (2)	3 (1)	9 (1,1)
<i>Lophostoma silvicolum</i>	1 (1)	1 (1)	5 (10)		7 (1)						7 (0,8)
<i>Phyllostomus discolor</i>	1 (1)		1 (2)		2 (1)			1 (1)	1 (2)	2 (1)	4 (0,5)
<i>Anoura geoffroyi</i>									3 (6)	3 (1)	3 (0,4)
<i>Chrotopterus auritus</i>	1 (1)				1 (1)	1 (1)			1 (2)	2 (1)	3 (0,4)
<i>Phyllostomus hastatus</i>			3 (6)		3 (1)						3 (0,4)
<i>Platyrrhinus helleri</i>								1 (1)	1 (2)	2 (1)	2 (0,2)
<i>Micronycteris minuta</i>									2 (4)	2 (1)	2 (0,2)
<i>Lophostoma brasiliense</i>						1 (1)		1 (1)		1 (1)	2 (0,2)
<i>Pygoderma bilabiatum</i>						1 (1)				1 (1)	1 (0,1)
<i>Mimon bennettii</i>									1 (2)	1 (1)	1 (0,1)
Σ	254 (100)	84 (100)	50 (100)	127 (100)	515 (100)	73 (100)	68 (100)	124 (100)	52 (100)	317 (100)	832 (100)
Riqueza (S)	7	5	7	4	10	8	6	10	11	15	17
Dominância (D)	0,85	0,63	0,49	0,63	0,71	0,55	0,45	0,35	0,24	0,37	0,55
Diversidade (H')	0,36	0,72	1,11	0,64	0,71	1,03	1,09	1,36	1,78	1,46	1,09

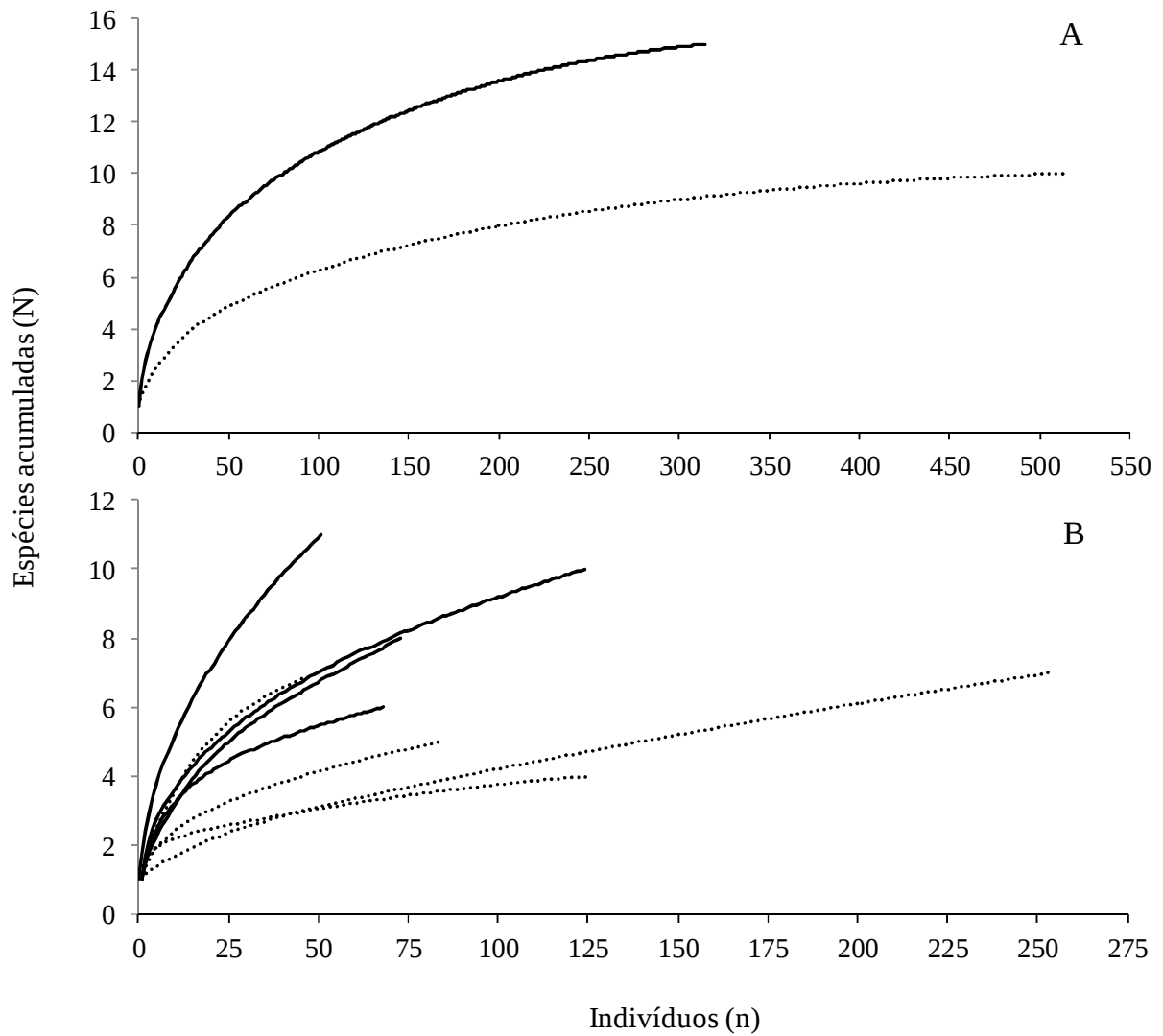


Figura 2. (A) Curvas de rarefação estimadas para as comunidades de espécies de morcegos filostomídeos nos sítios do planalto (Cerrado) e da planície (Pantanal) agrupados e (B) para os oito sítios separadamente, em Mato Grosso do Sul. Linhas contínuas correspondem aos sítios do planalto e linhas pontilhadas aos sítios da planície.

Itens alimentares disponíveis aos filostomídeos

Das 442 plantas, de 16 espécies, com frutos disponíveis aos filostomídeos foram registradas proporções semelhantes na planície (227/442) e no planalto (215/442) ($\chi^2 = 0,33$; $p = 0,57$). No planalto foram registradas 14 espécies, pertencentes a quatro gêneros, ao passo que no Pantanal foram registradas 10 espécies, pertencentes a quatro gêneros (Tabela 2). *Ficus carautana* e *Banara arguta* foram registradas exclusivamente no Pantanal, ao passo que *Ficus insipida*, *Ficus* sp., *Piper aduncum*, *P. hispidum*, *P. macedoi* e *Solanum paniculatum* foram registradas exclusivamente no planalto. No Pantanal, as duas espécies de frutos mais abundantes foram *Cecropia pachystachya* e *Ficus carautana*, compreendendo 52% (119/227) e 13% (29/227), respectivamente. No planalto as duas espécies de frutos mais abundantes foram *C. pachystachya* e *Piper tuberculatum*, compreendendo 36% (78/215) e 25% (53/215) dos indivíduos registrados, respectivamente (Tabela 2). A dominância (D) foi maior na planície que no planalto.

A riqueza de espécies de plantas com frutos disponíveis estimada (Chao 2) foi maior para o planalto (21,5 espécies; IC 95%: 15,3-56,4) que para a planície (10 espécies; IC 95%: 10-10). O incremento do número de espécies de frutos estabilizou apenas nos sítios da planície (Fig. 3A-B). A comunidade de plantas com frutos foi mais diversa no planalto que na planície ($t = 2.841$, $gl = 419,46$, $p < 0,0047$) (Tabela 2).

Dos 245 indivíduos com flores disponíveis aos filostomídeos, de nove espécies, foi registrada maior proporção no planalto (193/245) que no Pantanal (52/245) ($\chi^2 = 81,15$; $p < 0,0001$). Todas as nove espécies de pólen registradas no estudo, pertencentes a oito gêneros, ocorreram no planalto, ao passo que no Pantanal foram registradas apenas quatro delas, pertencentes a cinco gêneros (Tabela 2). No planalto, as duas espécies de flores mais abundantes foram *Bauhinia rufa* e *B. unguata*, compreendendo 50% (97/193) e 12% (23/193) dos indivíduos registrados, respectivamente. No Pantanal, as duas espécies de flores mais abundantes foram *Inga vera* e *B. unguata*, compreendendo

Tabela 2. Número de indivíduos de plantas com flores e frutos e massa (g) de ordens de artrópodes disponíveis aos morcegos filostomídeos, arranjadas em ordem decrescente de abundância total em quatro sítios de amostragem na planície (Pantanal) e quatro no planalto (Cerrado), Mato Grosso do Sul, Brasil.

Recursos alimentares	Planície (Pantanal)					Planalto (Cerrado)					Total
	Arara Azul	BEP	Campo Lourdes	Miranda	Total	Jardim	Rio Negro	Nioaque	Rio Verde	Total	
Frutos											
<i>Cecropia pachystachya</i>	43	43	16	17	119	13	19	37	9	78	197
<i>Piper tuberculatum</i>	10			9	19		1	10	42	53	72
<i>Piper hispidum</i>						15	1	17		33	33
<i>Ficus carautana</i>	17	4		8	29						29
<i>Piper aduncum</i>							8	18	1	27	27
<i>Ficus pertusa</i>	14			4	18	1		1		2	20
<i>Piper macedoi</i>						2		6	6	14	14
<i>Ficus citrifolia</i>			3		3	3		5		8	11
<i>Banara arguta</i>		9		1	10						10
<i>Piper angustifolium</i>		3			3		6			6	9
<i>Ficus crocata</i>	4		3		7				1	1	8
<i>Ficus obtusifolia</i>			6		6			1		1	7
<i>Ficus calyptroceras</i>			1		1		1			1	2
<i>Ficus insipida</i>						1				1	1
<i>Ficus</i> sp.						1				1	1
<i>Solanum paniculatum</i>								1		1	1
Σ	88	59	29	39	227	36	36	96	59	215	442
Riqueza (S)	5	4	5	5	10	7	6	9	5	14	16
Dominância (D)	0,32	0,56	0,37	0,30	0,34	0,32	0,36	0,23	0,54	0,21	0,24
Diversidade (<i>H'</i>)	1,35	0,85	1,24	1,35	1,52	1,40	1,27	1,69	0,90	1,81	1,91

Flores

<i>Bauhinia rufa</i>						25	10	62		97	97
<i>Inga vera</i>	12	6	7	20	45	1		16	1	18	63
<i>Luehea grandiflora</i>							1		26	27	27
<i>Bauhinia unguolata</i>			3		3	1	10		12	23	26
<i>Pseudobombax longiflorum</i>								1	13	14	14
<i>Lafoensia pacari</i>			2		2		7			7	9
<i>Caryocar brasiliense</i>			2		2		2			2	4
<i>Helicteres lhotzkiana</i>							2	2		4	4
<i>Hymenaea courbaril</i>								1		1	1
Σ	12	6	14	20	52	27	32	82	52	193	245
Riqueza (S)	1	1	4	1	4	3	6	5	4	9	9
Dominância (D)	1	1	0,34	1	0,76	0,86	0,25	0,61	0,34	0,30	0,25
Diversidade (H')	0	0	1,23	0	0,54	0,32	1,51	0,73	1,11	1,56	1,64

Artrópodes

Coleoptera	725,94	689,64	320,07	234,36	1970,01	86,12	27,85	513,33	100,96	728,26	2698,27
Orthoptera	259,45	296,08	43,55	0,26	599,34	0,54	1,39	2,00	1,90	5,83	605,17
Lepidoptera	70,03	20,92	29,64	49,38	169,97	32,41	21,85	113,90	101,33	269,49	439,46
Hemiptera	43,71	31,39	24,52	42,74	142,36	7,15	19,84	43,58	14,48	85,05	203,41
Hymenoptera	6,76	6,01	11,83	3,41	28,01	5,37	2,02	28,02	6,08	41,49	69,50
Ephemeroptera	1,67	29,93	21,30	4,07	56,97	1,24	0,74	5,91	0,91	8,80	65,76
Diptera	8,91	6,64	6,73	4,60	26,88	3,75	1,41	8,36	4,00	17,52	44,40
Thysanoptera	0,08	0,85	0,13	0,91	1,97	0,05	0,28	0,05	0,0003	0,38	2,30

Araneae	0	0	0,02	0	0,02	0	0	0	0,004	0,004	0,03
Σ	1116,55	1081,45	457,79	339,73	2995,52	136,62	75,32	718,15	229,67	1159,76	4155,28
Riqueza (S)	8	8	9	8	9	8	8	8	9	9	9
Dominância (D)	0,48	0,48	0,51	0,51	0,48	0,46	0,29	0,54	0,39	0,46	0,46
Diversidade (H')	1,00	0,99	1,11	0,98	1,07	1,08	1,39	0,94	1,13	1,08	1,13
Total recursos											
Riqueza (S)	14	13	18	14	23	18	20	22	18	32	34
Dominância (D)	0,41	0,43	0,42	0,38	0,40	0,24	0,11	0,36	0,20	0,25	0,31
Diversidade (H')	1,34	1,21	1,49	1,49	1,42	1,90	2,43	1,64	1,97	2,02	1,92

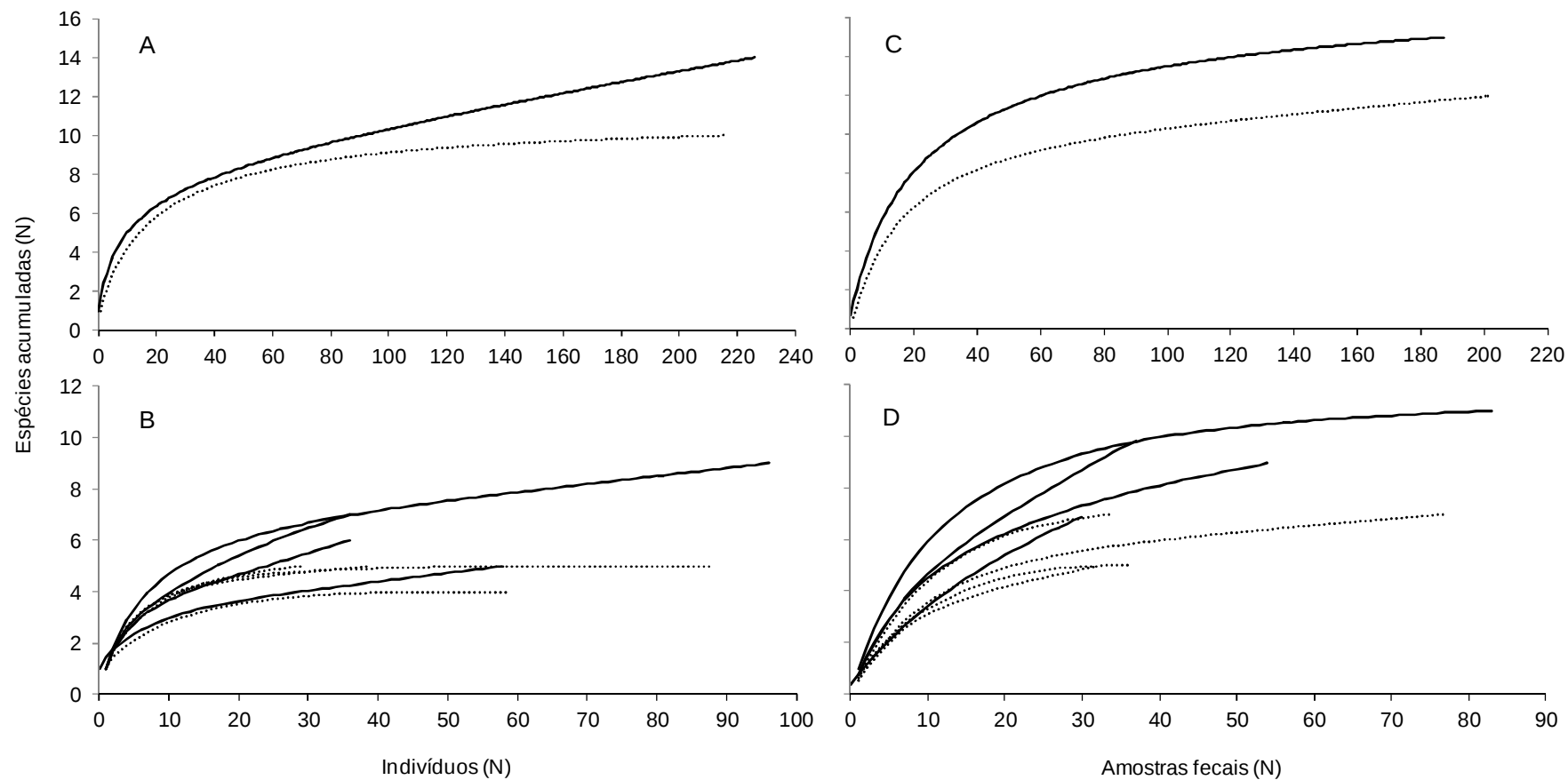


Figura 3. (A) Curvas de rarefação estimadas para as comunidades de espécies de frutos disponíveis nos sítios do planalto e do Pantanal agrupados, (B) para os oito sítios separadamente, (C) para o conjunto de espécies de sementes presentes nas amostras fecais dos morcegos filostomídeos nos sítios do planalto e do Pantanal agrupados e (D) para os oito sítios separadamente, em Mato Grosso do Sul. Linhas contínuas correspondem aos sítios do planalto e linhas pontilhadas aos sítios do Pantanal.

87% (45/52) e 6% (3/52) dos indivíduos registrados, respectivamente. A dominância (D) foi maior para a planície que para o planalto.

A riqueza de espécies de plantas com flores disponíveis estimada (Chao 2) foi maior para o planalto (9 espécies; IC 95%: 9-9) que para a planície (4 espécies; IC 95%: 4-4). O incremento do número de espécies de flores estabilizou com menor número de indivíduos amostrados para os sítios do Pantanal que para os sítios do planalto (Fig. 4A-B). A comunidade de plantas com flores foi mais diversa ($t = 6.485$, $gl = 80,82$, $p < 0,0001$) no planalto que na planície (Tabela 2).

Das 4157 g de insetos capturados, de nove ordens, foi registrada maior proporção no Pantanal (2997/4157 g) do que no planalto (1160/4157 g) ($\chi^2 = 811,78$; $p < 0,0001$). Todas as nove ordens de insetos ocorreram tanto no planalto como no Pantanal (Tabela 2). No planalto, as duas ordens mais abundantes foram Coleoptera (728,267 g) e Lepidoptera (269,485 g), que juntas compreenderam 86% da massa de insetos registradas na região. No Pantanal, as duas ordens mais abundantes foram Coleoptera (1970,007 g) e Orthoptera (599,335 g), que juntas compreenderam 86% da massa de insetos na região (Tabela 2). A dominância (D) foi similar entre a planície e o planalto.

A riqueza de ordens de artrópodes disponíveis estimada (Chao 2) foi maior para o planalto (9,9 ordens; IC 95%: 9,1-22,9) que para a planície (9 ordens; IC 95%: 9,0-9,0). O incremento do número de ordens de artrópodes estabilizou com massa amostrada ligeiramente menor para os sítios do planalto que para os sítios da planície (Fig 5A-B). A diversidade de artrópodes não diferiu entre o planalto e a planície ($t = 0,059$, $gl = 2241$, $p = 0,952$) (Tabela 2).

A riqueza observada total de itens alimentares disponíveis foi 32 para o planalto e 23 para a planície (Tabela 2). A riqueza total de itens estimada (Chao 2) foi maior para o planalto (43,9 itens; IC 95%: 34,7-86,7) que para a planície (23,2 itens; IC 95%: 23-27,8). O incremento do número de itens disponíveis em função do número de indivíduos amostrados foi maior para os sítios do planalto que da planície. O incremento do número de itens estabilizou apenas nos sítios da planície (Fig 6A-B).

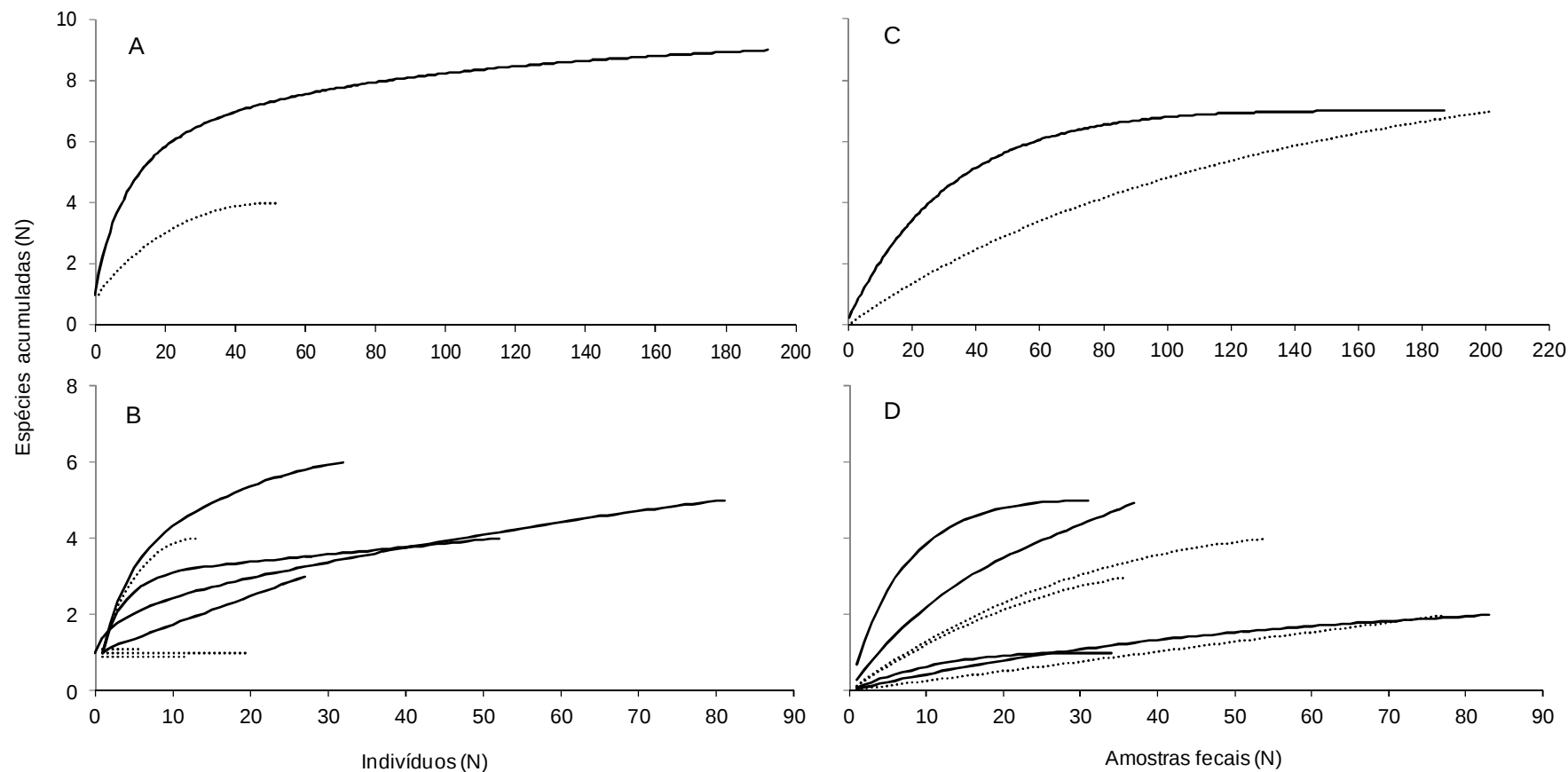


Figura 4. (A) Curvas de rarefação estimadas para as comunidades de espécies de flores disponíveis nos sítios do planalto e do Pantanal agrupados, (B) para os oito sítios separadamente, (C) para o conjunto de espécies de pólen presentes nas amostras fecais dos morcegos filostomídeos nos sítios do planalto e do Pantanal agrupados e (D) para os oito sítios separadamente, em Mato Grosso do Sul. Linhas contínuas correspondem aos sítios do planalto e linhas pontilhadas aos sítios do Pantanal.

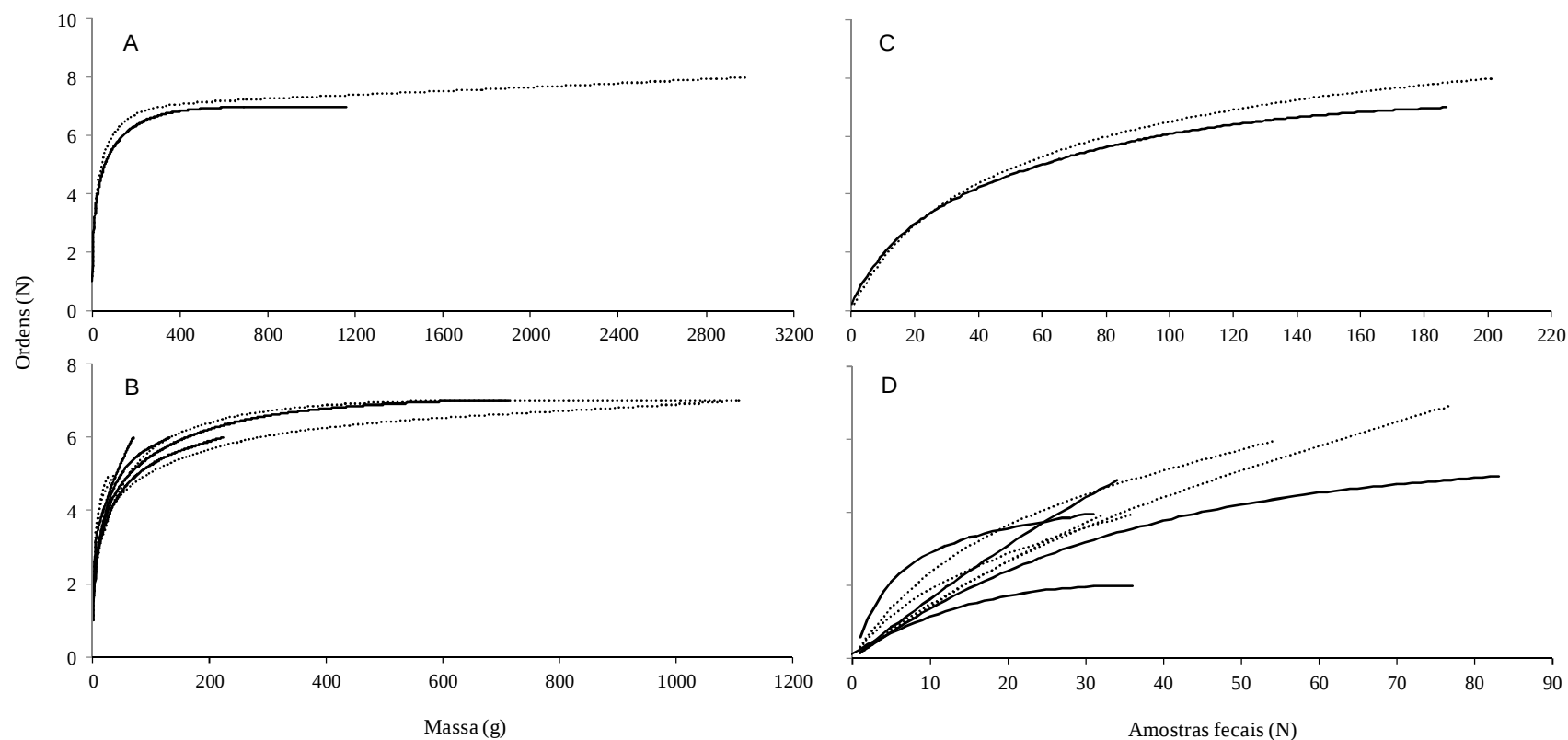


Figura 5. (A) Curvas de rarefação estimadas para as comunidades de ordens de artrópodes disponíveis nos sítios do planalto (Cerrado) e da planície (Pantanal) agrupados e (B) para os oito sítios separadamente e (C) curvas de rarefação estimadas para o conjunto de ordens de artrópodes presentes nas amostras fecais dos morcegos filostomídeos nos sítios do planalto e do Pantanal agrupados e (D) para os oito sítios separadamente, em Mato Grosso do Sul, Brasil. Linhas contínuas correspondem aos sítios do planalto e linhas pontilhadas aos sítios da planície.

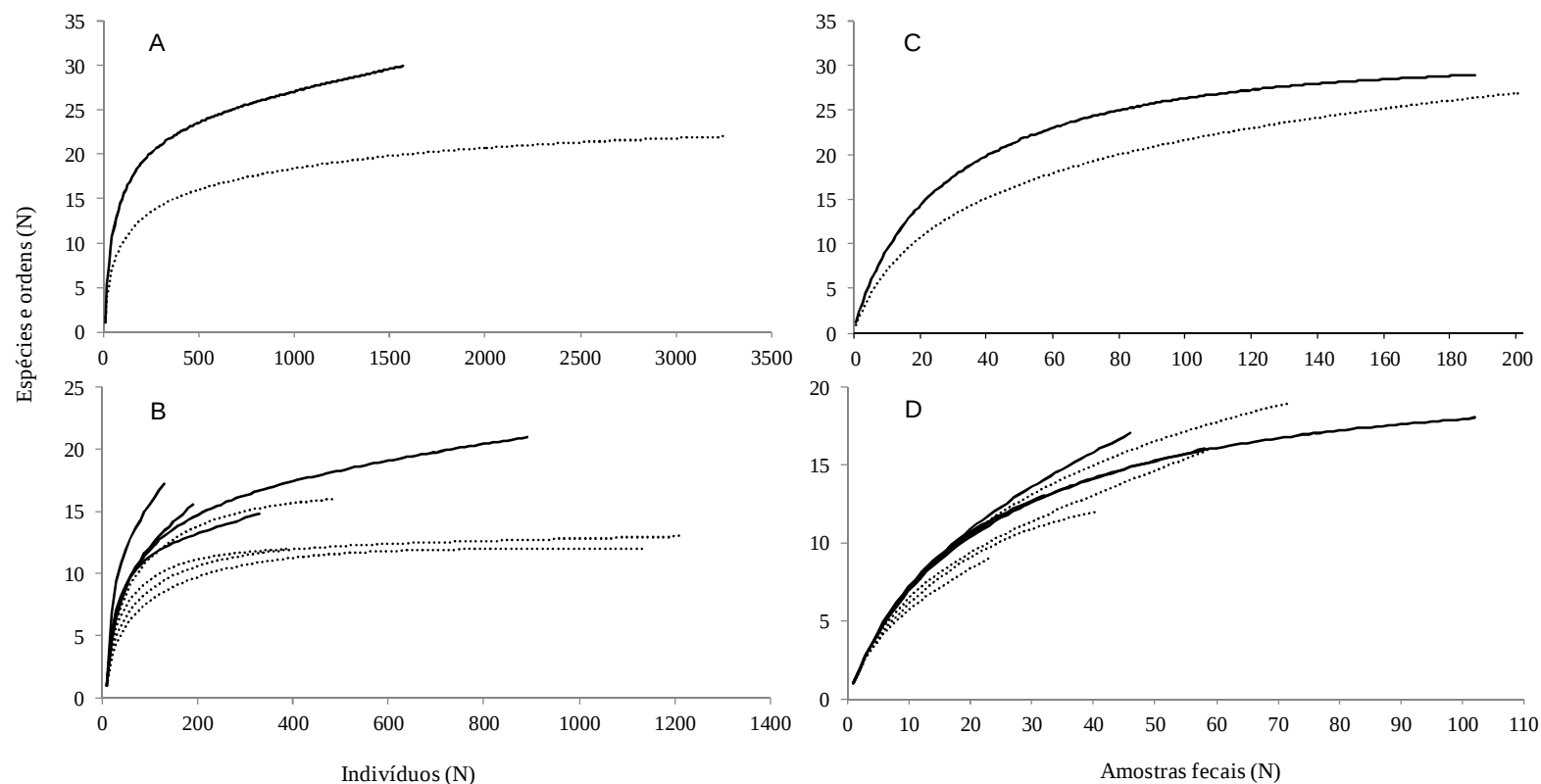


Figura 6. (A) Curvas de rarefação estimadas para o conjunto total de itens (espécies de sementes e pólen e ordens de artrópodes) disponíveis nos sítios do planalto (Cerrado) e da planície (Pantanal) agrupados e (B) para os oito sítios separadamente e (C) curvas de rarefação estimadas para conjunto total de itens presentes nas amostras fecais dos morcegos filostomídeos nos sítios do planalto e da planície agrupados e (D) para os oito sítios separadamente, em Mato Grosso do Sul, Brasil. Linhas contínuas correspondem aos sítios do planalto e linhas pontilhadas aos sítios da planície.

O índice de dominância considerando todos os itens alimentares disponíveis foi maior na planície que no planalto. O índice de diversidade de Shannon considerando todos os itens alimentares disponíveis foi maior ($t = -13,47$; $gl = 3015,7$; $p < 0,0001$) no planalto que na planície (Tabela 2).

Itens alimentares consumidos pelos filostomídeos

Das 392 amostras fecais inspecionadas, 189 foram coletadas no planalto e 203 na planície. No Cerrado, 86% das amostras (163/189) apresentaram sementes e/ou polpa de frutos, ao passo que no Pantanal, 90% das amostras (183/203) apresentaram partes de frutos. A proporção de amostras fecais com frutos no planalto não diferiu da planície ($\chi^2 = 1,088$; $p = 0,296$). Das 19 espécies de sementes registradas no estudo, 12 foram encontradas em amostras fecais da planície (Tabela 3) e 15 do planalto (Tabela 4). Sementes de *Piper aduncum*, *P. macedoi*, *P. hispidum*, *Ficus* sp. *Solanum paniculatum*, *Vismia* sp. e *Psidium* sp. ocorreram exclusivamente no planalto, ao passo que sementes de *Banara arguta*, *F. calyptroceras*, *F. carautana* e *F. pertusa* ocorreram exclusivamente em amostras da planície. As espécies de semente mais comuns nas fezes de filostomídeos no planalto foram *P. aduncum* e *F. citrifolia*, presentes em 32% (31/189 e 30/189, respectivamente) das amostras fecais. *Cecropia pachystachya* ocorreu em 10% (19/189) das amostras fecais no planalto. No Pantanal, a espécie de semente mais freqüente foi *C. pachystachya*, presente em 16% (33/203) das amostras fecais; sementes de *F. crocata* e *F. obtusifolia* ocorreram em 15% (30/203) e 9% (18/203) das amostras, respectivamente. A dominância (D) foi maior para a planície que para o planalto (Tabela 5).

A riqueza de espécies de sementes nas fezes dos filostomídeos estimada (Chao 2) não diferiu entre o planalto (15,3 espécies; IC 95%: 15 a 20,9) e a planície (14,9 espécies; IC 95%: 12,4 a 37,2). O incremento do número de espécies de sementes nas fezes estabilizou com número menor de amostras fecais inspecionadas para os sítios da planície do que para os sítios do planalto (Fig. 3C-D). O conjunto de sementes nas fezes foi mais diverso ($t = 2,564$, $gl = 281,3$, $p < 0,011$) no planalto que na planície (Tabela 5).

Tabela 3. Número (e porcentagem) de amostras fecais de oito espécies, de quatro subfamílias (Stenodermatinae: Steno; Carolliinae: Carol; Glossophaginae: Gloss; Phyllostominae: Phyll) contendo diferentes itens alimentares coletadas em 2009 e 2010 na planície (Pantanal), Mato Grosso do Sul, Brasil. Valores de porcentagem não somam 100% em todos os casos porque algumas amostras fecais apresentaram mais de um item alimentar. Abreviação das espécies de morcegos: (Apla: *Artibeus planirostris*, Alit: *Artibeus lituratus*, Plin: *Platyrrhinus lineatus*, Cper: *Carollia perspicillata*, Gsor: *Glossophaga soricina*, Lsil: *Lophostoma silvicolu*m, Pdis: *Phyllostomus discolor*, Phas: *Phyllostomus hastatus*).

Espécies de morcegos	Steno			Carol	Gloss	Phyll		
	Apla	Alit	Plin	Cper	Gsor	Lsil	Pdis	Phas
Indivíduos capturados (n)	430	1	30	31	6	7	2	3
Amostras fecais (n)	148	1	10	29	4	7	2	2
Espécies de sementes								
<i>Cecropia pachystachya</i>	25 (17)	1 (100)	3 (30)	3 (10)			1 (50)	
<i>Ficus crocata</i>	26 (18)		2 (20)			2 (29)		
<i>Ficus obtusifolia</i>	16 (11)		2 (20)					
<i>Piper tuberculatum</i>				16 (55)				
<i>Banara arguta</i>	3 (2)		1 (10)	6 (21)				
<i>Ficus pertusa</i>	8 (5)							
<i>Ficus citrifolia</i>	4 (3)			2 (7)				
<i>Ficus carautana</i>	5 (3)			1 (3)				
<i>Maclura tinctoria</i>	2 (1)		1 (10)					
<i>Ficus calyptroceras</i>	1 (1)							

<i>Ficus insipida</i>	1 (1)						
<i>Piper angustifolium</i>				1 (3)			
Total com sementes	88 (60)	1 (100)	7 (70)	28 (97)		2 (29)	1 (50)
Polpa sem sementes	52 (35)		3 (30)	1 (3)			
Total com frutos	140 (95)	1 (100)	10 (100)	29 (100)		2 (29)	1 (50)
Espécies de pólen							
<i>Hymenaea courbaril</i>	1 (1)			1 (3)	2 (50)		1 (50)
<i>Caryocar brasiliense</i>					1 (25)	2 (100)	
<i>Helicteres lhotzkyana</i>				1 (3)	1 (25)		
Morfoespécie 1	1 (1)				1 (25)		
<i>Bauhinia unguolata</i>					1 (25)		
<i>Inga vera</i>					1 (25)		
Morfoespécie 2						1 (14)	
Total com pólen	2 (1)			1 (3)	4 (100)	1 (14)	2 (100) 1 (50)
Artrópodes							
Coleoptera	5 (3)			6 (21)	1 (25)	4 (57)	2 (100) 2 (100)
Lepidoptera	4 (3)			3 (10)	1 (25)	2 (29)	1 (50)
Orthoptera				1 (3)		4 (57)	
Hymenoptera				3 (10)	1 (25)		
Hemiptera	2 (1)			1 (3)			
Diptera				1 (3)			

Ephemeroptera		1 (10)					
Araneae			1 (3)				
Não identificado				1 (50)			
Total com artrópodes	11 (7)	1 (10)	12 (41)	3 (75)	7 (100)	2 (100)	2 (100)
Folha	5 (3)						

Tabela 4. Número (e porcentagem) de amostras fecais de oito espécies, de quatro subfamílias (Stenodermatinae: Steno; Carolliinae: Carol; Glossophaginae: Gloss; Phyllostominae: Phyll) contendo diferentes itens alimentares coletadas em 2009 e 2010 no planalto de entorno do Pantanal, Mato Grosso do Sul, Brasil. Valores de porcentagem não somam 100% em todos os casos porque algumas amostras fecais apresentaram mais de um item alimentar. Abreviação das espécies de morcegos: (Apla: *Artibeus planirostris*, Plin: *Platyrrhinus lineatus*, Phel: *P. helleri*, Slil: *Sturnira lilium*, Cper: *Carollia perspicillata*, Gsor: *Glossophaga soricina*, Acau: *Anoura caudifer*, Ageo: *A. geoffroyi*, Lbra: *Lophostoma brasiliense*, Pdis: *Phyllostomus discolor*, Mben: *Mimon bennettii*, Mmin: *Micronycteris minuta*).

Espécies de morcegos	Steno				Carol	Gloss			Phyll			
	Apla	Plin	Phel	Slil	Cper	Gsor	Acau	Ageo	Lbra	Pdis	Mben	Mmin
Indivíduos capturados (n)	179	6	2	18	66	16	8	3	2	2	1	2
Amostras fecais (n)	88	6	2	13	52	15	4	3	2	2	1	1
Espécies de sementes												
<i>Cecropia pachystachya</i>	9 (10)	2 (33)	1 (50)	1 (8)	2 (4)	4 (27)						
<i>Ficus crocata</i>	2 (2)											
<i>Ficus obtusifolia</i>	14 (16)	2 (33)	1 (50)									
<i>Piper tuberculatum</i>					9 (17)	1 (7)						
<i>Piper aduncum</i>	1 (1)			5 (38)	23 (44)	2 (13)						
<i>Piper macedoi</i>	1 (1)			1 (8)	10 (19)							
<i>Ficus citrifolia</i>	25 (28)	3 (50)		1 (8)	1 (2)							
<i>Piper hispidum</i>				1 (8)	6 (12)	1 (7)						
<i>Maclura tinctoria</i>	1 (1)		1 (50)	2 (15)								
<i>Ficus</i> sp.	1 (1)											

Hymenoptera	2 (2)	1 (8)						1 (50)			
Hemiptera		1 (8)	1 (2)							1 (100)	
Diptera			1 (2)					1 (50)			
Ephemeroptera											
Thysanoptera				2 (13)		1 (33)					
Não identificado	1 (1)										
Total com artrópodes	7 (8)	2 (15)	5 (10)	10 (67)	2 (50)	3 (100)	2 (100)	2 (100)	1 (100)	1 (100)	

Tabela 5. Atributos do conjunto de espécies de sementes e pólen e de ordens de artrópodes presentes nas amostras fecais dos morcegos filostomídeos em quatro sítios de amostragens na planície (Pantanal) e quatro no planalto (Cerrado), Mato Grosso do Sul, Brasil. Total corresponde aos atributos calculados para os quatro sítios agrupados para cada região.

Atributos	Planície (Pantanal)					Planalto (Cerrado)				
	Arara Azul	BEP	Campo Lourdes	Miranda	Total	Jardim	Rio Negro	Nioaque	Rio Verde	Total
Sementes										
Riqueza (S)	7	5	5	9	12	7	10	11	7	15
Registros	44	18	25	46	133	23	30	85	13	151
Dominância (D)	0,21	0,30	0,36	0,22	0,16	0,18	0,14	0,21	0,22	0,13
Diversidade (H')	1,68	1,35	1,29	1,77	2,05	1,83	1,85	2,13	1,73	2,30
Pólen										
Riqueza (S)	2	0	3	4	7	1	5	2	5	7
Registros	2	0	5	8	15	3	11	4	24	42
Dominância (D)	0,50	-	0,36	0,28	0,20	1	0,29	0,63	0,25	0,16
Diversidade (H')	0,69	-	1,06	1,32	1,77	0	1,39	0,56	1,49	1,87
Artrópodes										
Riqueza (S)	7	4	4	6	8	5	2	5	4	7
Registros	13	5	11	18	47	6	5	13	21	45
Dominância (D)	0,23	0,28	0,46	0,28	0,26	0,22	0,52	0,24	0,35	0,27
Diversidade (H')	1,69	1,33	1,03	1,48	1,63	1,56	0,67	1,50	1,15	1,53
Total de itens										
Riqueza (S)	16	9	12	19	27	13	17	18	16	29
Registros	59	23	41	72	195	32	46	102	58	238
Dominância (D)	0,13	0,19	0,17	0,11	0,09	0,11	0,11	0,10	0,10	0,06
Diversidade (H')	2,32	1,87	2,10	2,53	2,73	2,38	2,47	2,53	2,49	2,99

Pólen ocorreu em 14% (26/189) das amostras fecais do planalto e em 5% (11/203) das amostras da planície. A proporção de amostras fecais com pólen foi maior no planalto que na planície ($X^2 = 7,015$, $p = 0,008$). Das 11 espécies de pólen registradas no estudo, sete ocorreram em amostras fecais da planície (Tabela 3) e sete em amostras do planalto (Tabela 4). Pólen de *Bauhinia rufa*, *Lafoensia pacari*, *Luehea grandiflora* e *Pseudobombax longiflorum* ocorreu exclusivamente em amostras fecais do planalto, e pólen de *Caryocar brasiliense*, *Helicteres lhotzkyana*, e das morfoespécies 1 e 2 ocorreu exclusivamente em amostras do Pantanal. No Cerrado, a espécie de pólen mais freqüente foi *B. unguolata*, presente em 5% (10/189) das amostras fecais; pólen de *Hymenaea courbaril* e *B. rufa* ocorreram em 4% (8/189) e 4% (7/189) das amostras, respectivamente. No Pantanal, a espécie de pólen mais freqüente foi *H. courbaril*, presente em 2% (5/203) das amostras fecais; pólen de *C. brasiliense* ocorreu em 1% (3/203) das amostras. A dominância (D) foi maior para a planície que para o planalto (Tabela 5).

A riqueza de espécies de pólen nas fezes dos filostomídeos estimada (Chao 2) foi similar entre o planalto (7 espécies; IC 95%: 7 a 7,3) e a planície (8 espécies; IC 95%: 7,1 a 17,6). O incremento de espécies de pólen nas fezes dos filostomídeos estabilizou apenas no planalto. No Pantanal foi necessário maior número de amostras fecais para atingir a riqueza encontrada no planalto (Fig. 4C-D). A diversidade de espécies de pólen nas fezes dos morcegos do planalto e do planície não diferiu ($t = 1,138$, $gl = 19,33$, $p = 0,269$) (Tabela 5).

Partes de artrópodes ocorreram em 18% (34/189) das amostras fecais do planalto e em 19% (38/203) das amostras do Pantanal. A proporção de amostras fecais com artrópodes no planalto não diferiu da do Pantanal ($X^2 = 0,003$, $p = 0,955$). Das nove ordens de artrópodes registradas no estudo, oito ocorreram em amostras fecais da planície (Tabela 3) e sete em amostras do planalto (Tabela 4). Thysanoptera ocorreu exclusivamente em amostras fecais do planalto, ao passo que Ephemeroptera e Araneae ocorreram exclusivamente em amostras do Pantanal. No Cerrado, a ordem de artrópode mais freqüente foi Coleoptera, presente em 9% (17/189) das amostras fecais; Lepidoptera e Hymenoptera

em 8% (15/189) e 2% (4/189) das amostras, respectivamente. No Pantanal, Coleoptera também foi a ordem de artrópode mais freqüente, presente em 10% (20/203) das amostras fecais; Lepidoptera e Orthoptera ocorreram em 5% (11/203) e 2% (5/203) das amostras, respectivamente. A dominância (D) foi similar entre a planície e o planalto (Tabela 5).

A riqueza de ordens de artrópodes nas fezes dos morcegos estimada (Chao 2) foi maior para a planície (9 ordens, IC 95%: 8 a 16,2) que para o planalto (7 ordens; IC 95%: 7 a 7,2). O incremento do número de ordens de artrópodes nas fezes estabilizou com número de amostras ligeiramente menor para os sítios do planalto do que para os sítios do Pantanal (Fig. 5C-D). A diversidade de ordens de artrópodes nas fezes não diferiu ($t = -0,459$, $gl = 91,96$, $p = 0,647$) entre as regiões (Tabela 5).

A riqueza observada de itens alimentares encontrados nas fezes dos filostomídeos foi 29 no planalto, e 27 na planície (Tabela 2). A riqueza de itens alimentares estimada (Chao 2) não diferiu entre o planalto (29,7 itens; IC 95%: 29,1-37,4) e a planície (33,9 itens; IC 95%: 28,4-60,6). O incremento do número de itens nas fezes dos morcegos em função do número de amostras inspecionadas foi maior para os sítios do planalto que da planície; o incremento do número de itens estabilizou apenas nos sítios do planalto (Fig. 6C-D). A dominância (D) considerando todos os itens alimentares nas fezes foi maior na planície que no planalto. O índice de diversidade de Shannon considerando todos os itens alimentares nas fezes foi maior no planalto que na planície ($t = -3,03$; $gl = 387,3$; $p < 0,003$) (Tabela 5).

Riqueza de filostomídeos de três guildas alimentares

O modelo que explicou melhor a riqueza de filostomídeos frugívoros nos oito sítios foi o modelo linear simples com a riqueza de frutos disponíveis (Tabela 6). O modelo que explicou melhor a riqueza de morcegos nectarívoros foi o modelo linear simples que incluiu a abundância de flores.

Tabela 6. Valores de ΔAIC_c e AIC_w resultantes de modelos lineares da riqueza (S) e abundância (N ou massa) de diferentes itens alimentares (variáveis independentes) com a riqueza de morcegos filostomídeos (variáveis dependentes) de diferentes guildas alimentares (Frugívoros: *Artibeus planirostris*, *Artibeus lituratus*, *Carollia perspicillata*, *Platyrrhinus lineatus*, *Platyrrhinus helleri*, *Sturnira lilium*, *Pygoderma bilabiatum*; Nectarívoros: *Glossophaga soricina*, *Anoura caudifer*, *Anoura geoffroyi*; Insetívoros: *Lophostoma brasiliense*, *Lophostoma silviculum*, *Mimon bennettii*, *Micronycteris minuta*) de oito sítios de amostragem na planície (Pantanal) e no planalto (Cerrado), Mato Grosso do Sul, Brasil. Para cada guilda os modelos estão arranjados em ordem decrescente de porcentagem de explicação (AIC_w). Modelos com $\Delta AIC_c = 0$ e maiores AIC_w correspondem aos modelos que melhor explicaram a variável dependente.

Modelos simples	ΔAIC_c	AIC_w
Frugívoros		
Riqueza de frutos	0.0	0.862
Abundância de pólen	5.2	0.064
Abundância de fruto	7.2	0.023
Riqueza de artrópodes	7.3	0.022
Riqueza de pólen	8.0	0.016
Abundância de artrópodes	8.7	0.011
Nectarívoros		
Abundância de pólen	0.0	0.393
Riqueza de pólen	0.3	0.342
Riqueza de frutos	2.5	0.101
Abundância de artrópodes	3.5	0.070
Riqueza de artrópodes	3.7	0.063
Abundância de frutos	5.7	0.022
Insetívoros		
Riqueza de artrópodes	0.0	0.495
Abundância de frutos	2.6	0.137
Abundância de pólen	3.0	0.111
Abundância de artrópodes	3.3	0.093
Riqueza de frutos	3.6	0.082
Riqueza de pólen	3.6	0.082

No entanto, o modelo que incluiu a riqueza de flores também apresentou valor baixo de ΔAIC_c e valor de ΔAIC_w semelhante ao do modelo com a abundância de flores. O modelo que explicou melhor a riqueza de morcegos insetívoros foi o modelo linear simples que incluiu a riqueza de artrópodes disponíveis (Tabela 6).

Itens consumidos por Carollia perspicillata e Artibeus planirostris

Artibeus planirostris e *C. perspicillata* foram os principais consumidores de frutos, responsáveis por 88% (305/346) dos registros deste item alimentar nas amostras fecais. A proporção de consumo de frutos, pólen e artrópodes por *A. planirostris* não diferiu entre o planalto e a planície ($G = 1,07$, $gl = 2$, $p = 0,58$; Fig. 7), assim como a proporção de consumo dos principais gêneros de frutos ($G = 6,86$, $gl = 3$, $p = 0,08$). Frutos de *Ficus* spp. e *Cecropia pachystachya* foram os principais itens consumidos por essa espécie em ambas as regiões. A proporção de consumo de frutos, pólen e artrópodes por *C. perspicillata* diferiu entre o planalto e a planície ($G = 16,87$, $gl = 2$, $p < 0,0002$); na planície, a espécie consumiu artrópodes com frequência quatro vezes maior do que no planalto (Fig. 7). A proporção de consumo dos principais gêneros de frutos por *C. perspicillata* também diferiu entre o planalto e a planície ($G = 18,79$, $gl = 3$, $p < 0,003$). A frequência de sementes de *Piper* spp. nas fezes dessa espécie de morcego foi maior no planalto (90%) que no Pantanal (59%). Além disso, no Pantanal a espécie consumiu frutos de *C. pachystachya* e *F. citrifolia* com maior frequência que no planalto, e incluiu de *F. carautana* e *B. arguta*, espécies de frutos não consumidas por esse morcego no planalto (Fig. 7, Tabela 4).

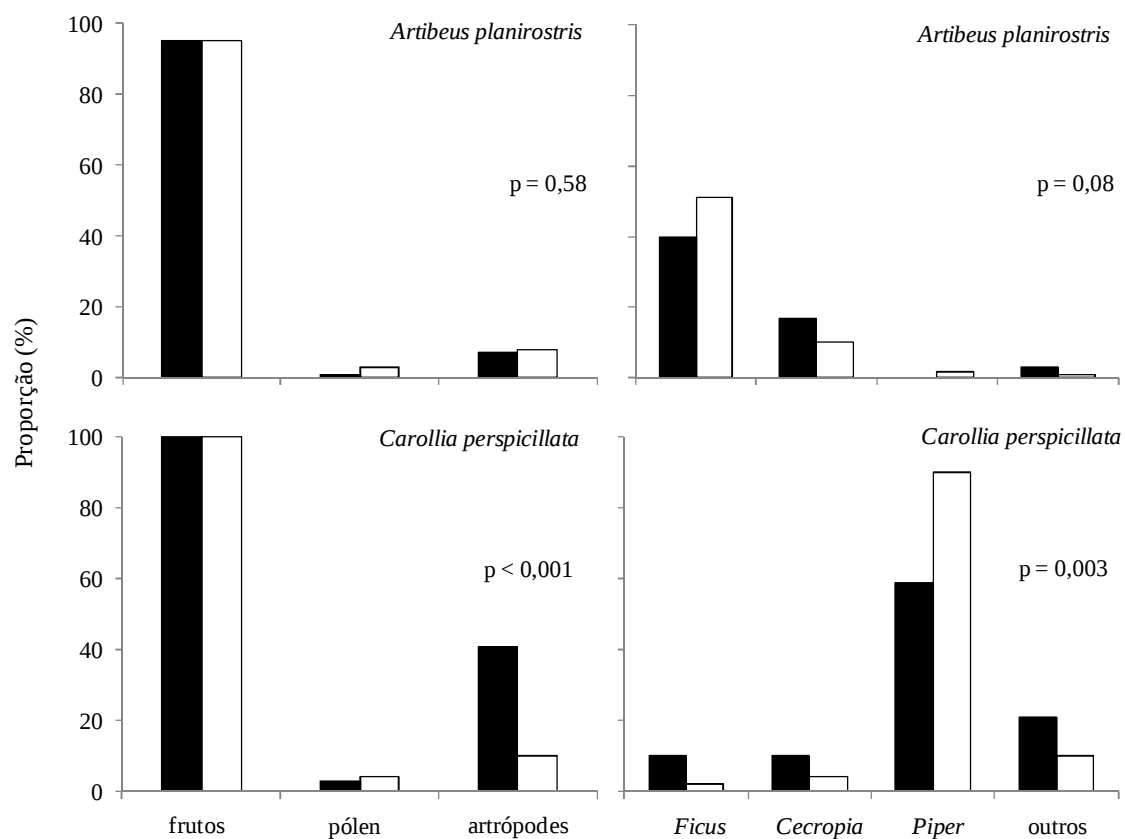


Figura 7. Proporção de amostras fecais de duas espécies de morcegos contendo diferentes itens alimentares (frutos, pólen e artrópodes) e sementes de diferentes gêneros de frutos (*Ficus*, *Cecropia*, *Piper* e outros), no planalto (Cerrado, barras brancas) e na planície (Pantanal, barras pretas), Mato Grosso do Sul.

Similaridade entre sítios do Pantanal e do Cerrado

Baseado na composição de espécies de morcegos filostomídeos nos oito sítios de amostragem, a análise de ordenação mostrou agrupamento dos sítios conforme a região, planalto ou planície (Fig. 8). As espécies de morcegos que contribuíram mais para a configuração resumida pela ordenação (NMDS) foram *A. planirostris*, *P. helleri*, *G. soricina* e *C. perspicillata*, em ordem decrescente de importância. Nos sítios do planalto a abundância relativa de *A. planirostris* foi menor que nos sítios do Pantanal, ao passo que *C. perspicillata* apresentou maior abundância relativa nos sítios do planalto que nos sítios do Pantanal; foram exceções: Jardim, que apresentou maior abundância relativa de *A. planirostris* em relação aos outros sítios do planalto, e Miranda, que apresentou maior abundância relativa de *C. perspicillata* em relação aos outros sítios do Pantanal. Adicionalmente, os sítios do planalto apresentaram maior abundância relativa de morcegos glossofagíneos, como *Glossophaga soricina*, pouco abundante ou ausente em sítios do Pantanal, e *Anoura caudifer*, ausente nos quatro sítios do Pantanal. Entre os sítios do planalto, Rio Negro e Nioaque foram os mais similares entre si, por apresentarem abundâncias relativas similares de *P. lineatus*, *A. planirostris*, *C. perspicillata* e *G. soricina*. Rio Verde diferiu dos demais sítios amostrados por apresentar a menor abundância relativa de *A. planirostris* e a maior abundância relativa de *G. soricina*. Além disso, este sítio foi o único a apresentar *Mimon bennettii*, *Micronycteris minuta* e *Anoura geoffroyi*. Entre os sítios do Pantanal, Arara Azul e BEP foram os mais similares entre si, por apresentarem as maiores abundâncias relativas de *A. planirostris* e apresentarem *P. lineatus* como a segunda espécie mais abundante (Fig. 8).

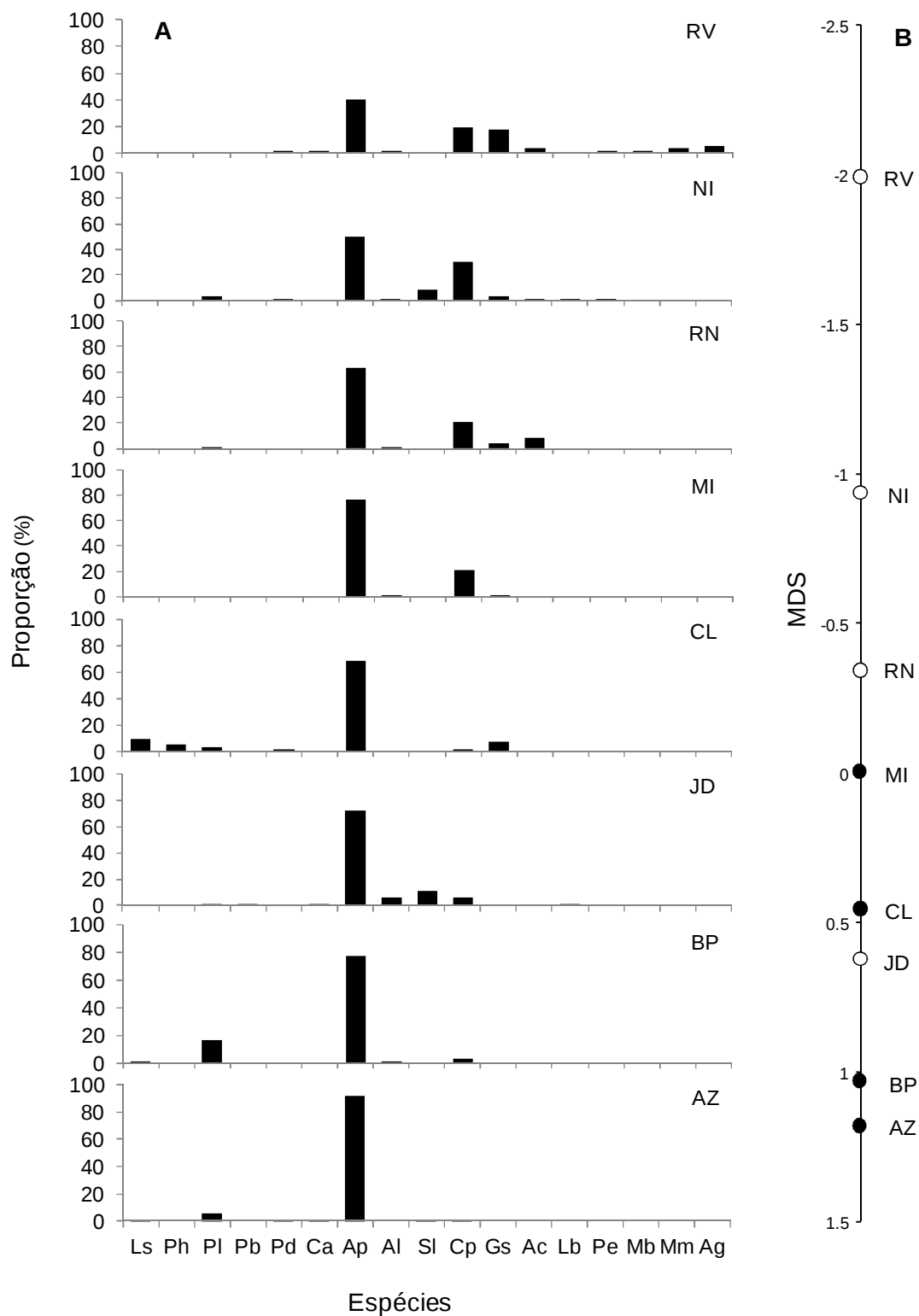


Figura 8. (A) Proporção de capturas de 17 espécies de morcegos (Ls: *Lophostoma silvicolum*, Ph: *Phyllostomus hastatus*, Pl: *Platyrrhinus lineatus*, Pd: *Phyllostomus discolor*, Ca: *Chrotopterus auritus*, Ap: *Artibeus planirostris*, Al: *Artibeus lituratus*, Sl: *Sturnira lilium*, Cp: *Carollia perspicillata*, Gs:

Glossophaga soricina, Ac: *Anoura caudifer*, Lb: *Lophostoma brasiliense*, Pe: *Platyrrhinus helleri*, Mb: *Mimon bennettii*, Mm: *Micronycteris minuta*, Ag: *Anoura geoffroyi*) em oito sítios de amostragens (RV: Rio Verde, NI: Nioaque, RN: Rio Negro, MI: Miranda, CL: fazenda Campo Lourdes, JD: Jardim, BP: BEP, AZ: fazenda Arara Azul); e (B) ordenação em uma dimensão (NMDS; estresse = 0,14, $r^2 = 0,93$) dos sítios de coletas baseada na composição das espécies de morcegos filostomídeos, em Mato Grosso do Sul. Círculos vazios correspondem aos sítios do planalto e os círculos cheios aos do Pantanal.

Baseado na composição de espécies de frutos e pólen e de ordens de artrópodes disponíveis aos filostomídeos, a análise de ordenação mostrou um agrupamento entre os sítios do planalto e outro entre os sítios do Pantanal (Fig. 9). As espécies de frutos que tiveram as maiores contribuições para a configuração resumida pelo MDS foram *C. pachystachya*, *P. macedoi*, *P. tuberculatum* e *F. carautana*. Nos sítios do planalto a abundância relativa de frutos de *P. macedoi*, *P. tuberculatum* e outras espécies de *Piper* foi maior do que nos sítios do Pantanal, que por sua vez apresentou maior abundância relativa de frutos de *C. pachystachya*, *F. carautana* e outras espécies de *Ficus* do que os sítios do planalto (Fig. 9A). As espécies de pólen que tiveram as maiores contribuições para a configuração da ordenação foram *Luehea grandiflora*, *P. longiflorum*, *B. unguolata* e *I. vera*. A ocorrência exclusiva de pólen de *L. grandiflora* e *P. longiflorum*, e também de *B. rufa*, *H. lhotzkiana* e *H. courbaril* em sítios do planalto, além da maior abundância relativa de *B. unguolata*, foram responsáveis pela maior similaridade entre os sítios do planalto. Por outro lado, pólen de *I. vera* foi mais freqüente em sítios do Pantanal do que do planalto (Fig. 9B). As ordens de artrópodes que tiveram as maiores contribuições para a configuração da ordenação foram Lepidoptera, Coleoptera e Orthoptera. Lepidoptera apresentou maior abundância relativa nos sítios do planalto do que do Pantanal, ao passo que Coleoptera e Orthoptera apresentaram maior abundância relativa nos sítios do Pantanal do que no planalto (Fig. 9C).

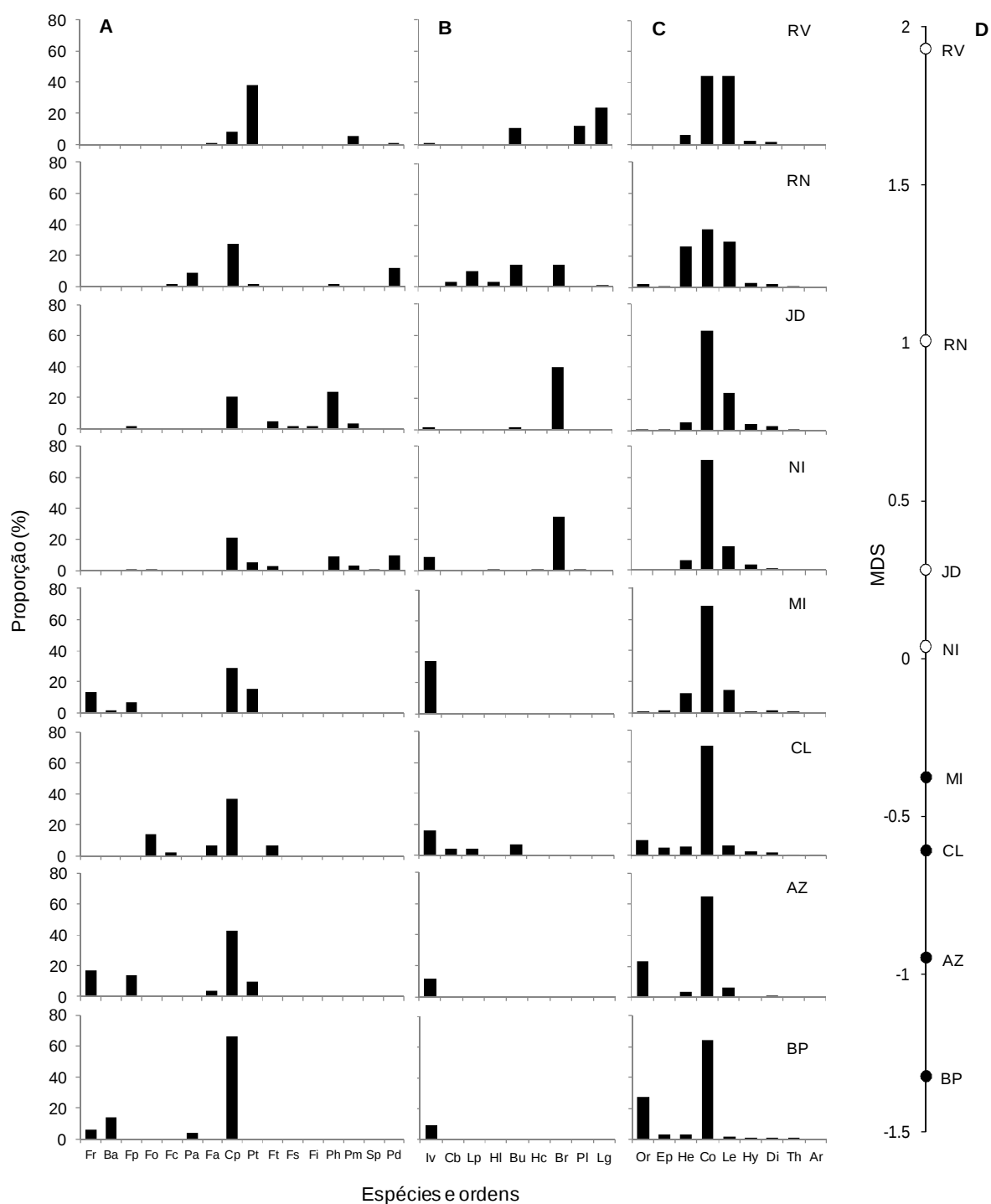


Figura 9. (A) Proporção de 16 espécies de frutos (Fr: *Ficus carautana*, Ba: *Banara arguta*, Fp: *Ficus pertusa*, Fo: *Ficus obtusifolia*, Fc: *Ficus calyptroceras*, Pa: *Piper angustifolium*, Fa: *Ficus crocata*, Cp: *Cecropia pachystachya*, Pt: *Piper tuberculatum*, Ft: *Ficus citrifolia*, Fs: *Ficus* sp., Fi: *Ficus insipida*,

Ph: *Piper hispidum*, Pm: *Piper macedoi*, Sp: *Solanum paniculatum*, Pd: *Piper aduncum*), (B) de nove espécies de pólen (Iv: *Inga vera*, Cb: *Caryocar brasiliense*, Lp: *Lafoensia pacari*, Hl: *Helicteres lhotzkyana*, Bu: *Bauhinia unguolata*, Hc: *Hymenaea courbaril*, Br: *Bauhinia rufa*, Pl: *Pseudobombax longiflorum*, Lg: *Luehea grandiflora*), e (C) de nove ordens de artrópodes (Or: Orthoptera, Ep: Ephemeroptera, He: Hemiptera, Co: Coleoptera, Le: Lepidoptera, Hy: Hymenoptera, Di: Diptera, Th: Thysanoptera, Ar: Araneae) disponíveis aos morcegos filostomídeos e (D) ordenação em uma dimensão (NMDS; estresse = 0,08, $r^2 = 0,98$) dos sítios de coletas (RV: Rio Verde, NI: Nioaque, RN: Rio Negro, MI: Miranda, CL: fazenda Campo Lourdes, JD: Jardim, BP: BEP, AZ: fazenda Arara Azul) baseada na composição recursos alimentares disponíveis, em Mato Grosso do Sul. Círculos vazios correspondem aos sítios do planalto e os círculos cheios aos do Pantanal.

Considerando a composição de espécies de frutos e pólen e de ordens de artrópodes presentes nas fezes dos morcegos, a análise de ordenação mostrou um agrupamento entre os sítios do planalto e outro entre os sítios do Pantanal (Fig. 10). As espécies de frutos que tiveram maior contribuição para a configuração da ordenação foram *C. pachystachya*, *P. angustifolium*, *F. carautana* e *F. crocata*. As amostras fecais do planalto apresentaram maior abundância relativa de *Piper* spp. do que as amostras do Pantanal, onde apenas Miranda apresentou amostras fecais com espécies de *Piper* ($n = 2$). *Cecropia pachystachya* foi mais freqüente em amostras fecais do Pantanal que do planalto, assim como *F. crocata*. Por outro lado, *F. citrifolia* foi mais freqüente em amostras do planalto. Sementes de três espécies, *F. pertusa*, *F. carautana* e *Banara arguta*, ocorreram exclusivamente nas fezes dos morcegos capturados no Pantanal, resultado que contribui para aumentar a similaridade entre os sítios do Pantanal (Fig. 10A). As espécies de pólen que mais contribuíram para a configuração resumida da ordenação foram *P. longiflorum*, *L. grandiflora*, *I. vera* e *B. unguolata*. A ocorrência exclusiva do pólen de *P. longiflorum*, *L. grandiflora*, *B. rufa* e *L. pacari*, bem como a maior abundância relativa de *I. vera*, *B. unguolata* e *H. courbaril* nos sítios do planalto do que no Pantanal, contribuíram para os agrupamentos observados (Fig. 10B). As ordens de artrópodes que mais contribuíram para a configuração da ordenação foram Lepidoptera, Thysanoptera, Orthoptera e Coleoptera. Coleoptera e Orthoptera apresentaram maior abundância relativa nas fezes dos sítios do Pantanal que do planalto; Araneae e Ephemeroptera ocorreram exclusivamente em fezes do Pantanal. Por outro lado, Lepidoptera apresentou maior abundância relativa nas fezes amostradas em sítios do planalto; Thysanoptera ocorreu exclusivamente no planalto (Fig. 10C).

O eixo de configuração espacial dos sítios de amostragem resumido pelo MDS em função da composição dos recursos alimentares disponíveis teve forte explicação sobre o eixo MDS da configuração dos sítios em função da composição das espécies de morcegos filostomídeos ($p = 0,007$, $R^2 = 0,73$). Isto significa que a variação na composição dos recursos alimentares determina a variação na composição das espécies de morcegos filostomídeos nos locais de estudo.

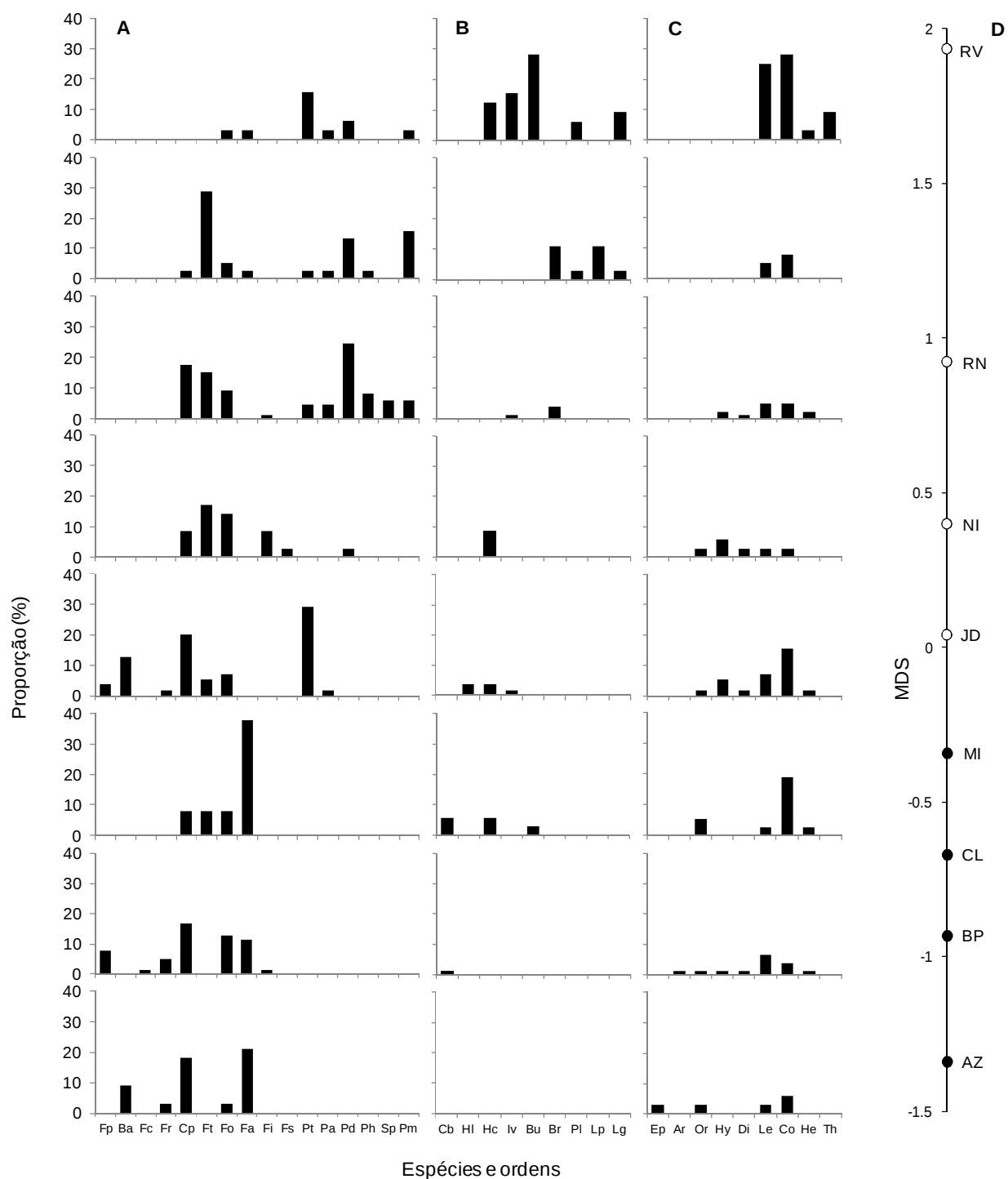


Figura 10. (A) Proporção de 16 espécies de sementes (Fp: *Ficus pertusa*, Ba: *Banara arguta*, Fc: *Ficus calyptroceras*, Fr: *Ficus carautana*, Cp: *Cecropia pachystachya*, Ft: *Ficus citrifolia*, Fo: *Ficus obtusifolia*, Fa: *Ficus crocata*, Fi: *Ficus insipida*, Fs: *Ficus sp.*, Pt: *Piper tuberculatum*, Pa: *Piper*

angustifolium, Pd: *Piper aduncum*, Ph: *Piper hispidum*, Sp: *Solanum paniculatum*, Pm: *Piper macedoi*), (B) de nove espécies de pólen (Cb: *Caryocar brasiliense*, Hl: *Helicteres lhotzkyana*, Hc: *Hymenaea courbaril*, Iv: *Inga vera*, Bu: *Bauhinia unguolata*, Br: *Bauhinia rufa*, Pl: *Pseudobombax longiflorum*, Lp: *Lafoensia pacari*, Lg: *Luehea grandiflora*), e (C) de nove ordens de artrópodes (Ep: Ephemeroptera, Ar: Araneae, Or: Orthoptera, Hy: Hymenoptera, Di: Diptera, Le: Lepidoptera, Co: Coleoptera, He: Hemiptera, Th: Thysanoptera) nas fezes de 17 espécies de morcegos filostomídeos e (D) ordenação em uma dimensão (MDS; estresse = 0,23, $r^2 = 0,81$) dos sítios de coletas (RV: Rio Verde, NI: Nioaque, RN: Rio Negro, MI: Miranda, CL: fazenda Campo Lourdes, JD: Jardim, BP: BEP, AZ: fazenda Arara Azul) baseada na composição dos itens consumidos pelos filostomídeos, em Mato Grosso do Sul. Círculos vazios correspondem aos sítios do planalto e os círculos cheios aos sítios do Pantanal.

Discussão

Este trabalho apresenta pela primeira vez dados quantitativos da disponibilidade de diferentes tipos de itens alimentares e seus efeitos sobre a composição de espécies de comunidades de morcegos filostomídeos em diferentes locais. A variação da composição de espécies das comunidades de morcegos filostomídeos, assim como a variação da composição de suas dietas entre a planície e o planalto são determinadas pela disponibilidade de recursos alimentares, medida como a composição de plantas e artrópodes disponíveis. A marcada sazonalidade climática do Pantanal, resultante do regime anual de inundações (Junk et al. 2006, Alho 2008), provavelmente impede o estabelecimento e permanência de muitas espécies de *Piper*, uma vez que este grupo demonstra preferência por ambientes mais úmidos e estáveis (Quijano-Abril et al. 2006). Provavelmente, o regime de inundações no Pantanal também limita a ocorrência de algumas espécies de flores, como *Bauhinia unguolata*, *B. rufa* e *Luehea grandiflora*, abundantes no Cerrado. Além disso, a marcada sazonalidade pode reduzir o período de disponibilidade de espécies de flores no Pantanal, diferente do planalto (Pott & Pott 1994). Por outro lado, a ocorrência de espécies de *Ficus* é menos afetada pelo regime de inundações do Pantanal, principalmente devido ao seu estabelecimento hemiepífítico. A capacidade de se estabelecer sobre hospedeiros, em especial palmeiras, provavelmente favorece a ocorrência deste gênero no Pantanal (Marinho-Filho 1992, Pott & Pott 1994). Além disso, as plantas de *Ficus* frutificam o ano todo (Pott & Pott 1994, Shanahan et al. 2001). A forte sazonalidade e o regime de inundações no Pantanal podem influenciar também a ocorrência de ordens de artrópodes. O fato de Coleoptera geralmente apresentar ciclos de vida associados a corpos d'água aliado à alta resistência à dissecação (Batzer & Wissinger 1996) favorece a ocorrência destes insetos no Pantanal. Por outro lado, Lepidoptera tem seu ciclo de vida principalmente associado a plantas sendo mais suscetível ao regime de inundações no Pantanal, diferente do Cerrado. Portanto, diferenças nas condições físico/climáticas entre o Pantanal e o Cerrado, podem determinar indiretamente – por meio da composição de recursos alimentares – a composição de espécies de morcegos filostomídeos nas duas regiões.

Os dados apresentados aqui sustentam que a ocorrência das espécies de morcegos filostomídeos na região do Pantanal e entorno é determinada (ou limitada) pela disponibilidade do seu recurso alimentar principal. Os resultados confirmam expectativas apontadas por estudos pontuais sobre a composição de morcegos, que sugerem que ausência de determinada espécie de filostomídeo é explicada pela ausência de seu alimento principal no local de estudo (Passos et al. 2003, Giannini & Kalko 2004, Munin 2008).

Apesar do consumo de artrópodes, *Ficus* spp., *C. pachystachya* e *B. arguta* por morcegos *C. perspicillata* com maior frequência no Pantanal do que no planalto, a abundância de *C. perspicillata* diminuiu gradativamente em função da diminuição da disponibilidade de *Piper* ao longo dos oito sítios amostrados. Isto indica que o aumento do consumo de itens alternativos onde *Piper* é escasso, não é suficiente para manter populações tão grandes quanto em locais onde há mais frutos e espécies de *Piper* (Fleming 1986, Munin 2008, presente estudo). A predominância no consumo de frutos de *Piper* por *C. perspicillata* foi registrada em diversas regiões (Heithaus et al. 1975, Fleming 1986, Marinho-Filho 1991, Passos et al. 2003, Giannini & Kalko 2004, Munin 2008, Silva et al. 2008, Sánchez et al. 2011). Este fato pode estar relacionado a adaptações fisiológicas e comportamentais da espécie que permitem melhor aproveitamento nutricional no consumo destes frutos (Dumont 2003, Fleming 2004, Bianconi et al. 2007). Além disso, a substituição do item alimentar principal por outros itens, como *Ficus* spp. e *C. pachystachya*, levam a competição com espécies mais especializadas no consumo destes recursos, como *A. planirostris* e *P. linetaus*. Isto também pode dificultar a ocorrência de *C. perspicillata* no Pantanal (Munin 2008). Portanto, a baixa disponibilidade de *Piper* é o principal fator que determina a baixa abundância relativa de *C. perspicillata* no Pantanal, comparado ao Cerrado e também a outras florestas, como Mata Atlântica e Amazônia (Passos et al. 2003, Barnett et al. 2006, Faria et al. 2006, presente estudo).

Em contraste com *C. perspicillata*, *A. planirostris* não alterou os itens consumidos entre o Pantanal e o Cerrado, apresentando frutos de *Ficus* spp. e *C. pachystachya* como os itens mais comuns

em sua dieta nas duas regiões. Frutos de *Ficus* spp. e *Cecropia* spp. são os principais itens consumidos por *A. planirostris* em outras regiões (Heithaus et al. 1975, Fleming 1986, Wendeln et al. 2000, Passos et al. 2003, Giannini & Kalko 2004, Munin 2008, Silva et al. 2008, Sánchez et al. 2011). Apesar da abundância absoluta e relativa desta espécie ter sido maior no Pantanal que no Cerrado e em outras regiões (Passos et al. 2003, Barnett et al. 2006, Faria et al. 2006, presente estudo), ainda assim *A. planirostris* foi a espécie mais abundante no Cerrado. Isto ocorre devido à diferença na disponibilidade de frutos *Ficus* spp. e *C. pachystachya* entre o Pantanal e o Cerrado ser menos discrepante que a diferença na disponibilidade de *Piper* spp. entre as duas regiões. Por isso a ocorrência de *A. planirostris* não foi tão reduzida no Cerrado como a de *C. perspicillata* no Pantanal.

As diferenças entre o Pantanal e o Cerrado quanto à disponibilidade de recursos florais e ordens de artrópodes parecem determinar diferenças na ocorrência de espécies de filostomídeos entre estas regiões. A maior abundância relativa de Lepidoptera e de recursos florais no planalto provavelmente favorece a maior frequência de morcegos glossofagíneos nesta região. Além de recursos florais, estes morcegos consomem insetos com frequência alta em algumas regiões (Howell & Burch 1974, Zortéa 2003, Munin 2008). Espécies primariamente nectarívoras que consomem insetos não apresentam características dentárias, morfologia cranial e mandibular, e musculatura típicas para este tipo de alimentação (Nogueira et al. 2009), por isso consomem preferencialmente insetos com corpos moles, como os Lepidoptera. Além da maior abundância de flores, a maior disponibilidade de Lepidoptera pode favorecer a ocorrência de glossofagíneos no planalto, uma vez que esta ordem é geralmente a mais frequente em sua dieta (Howell & Burch 1974, Munin 2008, presente estudo). Por outro lado, morcegos insetívoros se alimentam de insetos de corpo duro, pois apresentam uma mordida mais forte, morfologia cranial e mandibular e dentição mais adaptada (Howell & Burch 1974, Freeman 1988, Hymphrey et al. 1983, Willig et al. 1993, Aguirre et al. 2003, Gonçalves et al. 2007, Nogueira et al. 2009, Munin 2008). Portanto, a maior abundância relativa de Coleoptera e Orthoptera no Pantanal, e a

capacidade do morcego insetívoro *L. silvicolum* se alimentar destas ordens levou a sua ocorrência exclusiva nesta região.

A riqueza e a diversidade de filostomídeos foram menores no Pantanal que no Cerrado e em outras regiões (Pedro & Taddei 1997, Pedro et al. 2001, Aguirre 2002, Stevens & Willig 2002, Esberárd 2003, Faria et al. 2006, Alho et al. 2011b, presente estudo). Entretanto, nestas regiões não há estudos sobre a riqueza e a diversidade de recursos disponíveis aos morcegos. Em outras regiões do Pantanal, a dieta dos morcegos também foi menos rica e diversa do que em comunidades de morcegos de diferentes ambientes neotropicais (Passos et al. 2003, Giannini & Kalko 2004, Lopes & Vaughan 2007, Gonçalves et al. 2007, Munin 2008, Teixeira et al. 2009). Isto pode ser explicado pela baixa riqueza e diversidade de recursos alimentares disponíveis na planície.

A menor dominância entre as espécies de filostomídeos no Cerrado está relacionada à maior riqueza e diversidade de itens disponíveis nesta região. No Cerrado, assim como em outras regiões, como a Mata Atlântica e Amazônia, espécies como *C. perspicillata*, *S. lilium*, *G. soricina*, *A. caudifer* e *A. geoffroyi* tiveram abundâncias mais próximas da abundância de *A. planirostris* que no Pantanal (Pedro & Taddei 1997, Pedro et al. 2001, Aguirre 2002, Esberárd 2003, Passos et al. 2003, Giannini & Kalko 2004, Faria et al. 2006). Este fato pode estar relacionado à maior abundância relativa de frutos de *Piper* spp. e de recursos florais no Cerrado, e provavelmente nas outras regiões citadas. Diferentemente destas regiões, no Pantanal *A. planirostris* apresentou uma forte dominância em relação às outras espécies. A maior abundância de frutos de *Ficus* spp. e *C. pachystachya* no Pantanal em relação às outras espécies disponíveis levou à dominância de *A. planirostris* nesta região. Além disso, o fato de *P. lineatus* ter sido a segunda espécie de filostomídeo mais abundante no Pantanal, em contraste com o Cerrado, onde *C. perspicillata* foi a segunda espécie mais abundante (Alho et al. 2011b, presente estudo), também está relacionado às diferenças nas abundâncias relativas de frutos de *Ficus* spp., *C. pachystachya* e *Piper* spp. entre as duas regiões.

Conclusões

Estudos sobre a origem evolutiva da especialização alimentar dos filostomídeos indicam que o surgimento de recursos abundantes e inexplorados no Mioceno propiciou o desenvolvimento de novas estratégias alimentares pelos morcegos filostomídeos. Segundo esta teoria, a utilização de novos recursos forneceu vantagens seletivas e favoreceu o surgimento de inovações ecológicas independentemente em diferentes linhagens de morcegos filostomídeos. Estes estudos também indicam que os morcegos fitófagos atuais evoluíram a partir de um ancestral insetívoro, que também possuía a capacidade de explorar recursos de plantas alternativamente (Rex et al. 2010, Rojas et al. 2011). Os filostomídeos apresentam alguma flexibilidade na dieta, sendo capazes de consumir itens alimentares alternativos em situações de baixa disponibilidade de seu alimento preferido (Fleming 1986, Zortéa, 2003, Mello et al. 2004, Tschapka 2004, Munin 2008, Mello et al. 2011, Rojas et al. 2011, Sperr et al. 2011, presente estudo). Entretanto, a flexibilidade da dieta não parece ser suficiente para impedir baixas abundâncias das espécies de filostomídeos nos sítios onde seus recursos alimentares principais são escassos (presente estudo). Além disso, apesar de morcegos de uma determinada guilda alimentar (frugívoros, nectarívoros, insetívoros) também consumirem itens que não fazem parte de sua dieta predominante, a riqueza destas espécies é determinada principalmente pela riqueza e/ou abundância de seu recurso principal (presente estudo). Estes fatos sustentam a origem histórica/evolutiva da especialização alimentar dos filostomídeos como um mecanismo chave que reduz as competições interespecíficas e permite a co-ocorrência de diversas espécies em regiões Neotropicais (Fleming 1986, Marinho-Filho 1991, Ferrarezi & Gimenez 1996, Giannini & Kalko 2004, Silva et al. 2008, Rex et al. 2010, Mello et al. 2011, Rojas et al. 2011, Sánchez et al. 2011).

O Pantanal apresenta menor riqueza e diversidade de morcegos filostomídeos que o Cerrado, porém há maior densidade de morcegos no Pantanal que no Cerrado. Esta maior densidade de morcegos está relacionada à maior densidade de alguns recursos alimentares no Pantanal, como frutos de *Ficus* spp. e *C. pachystachya* e da maior abundância de artrópodes.

Referências

- Aguirre, L.F. Structure of a Neotropical Savanna Bat Community. *Journal of Mammalogy* 83: 775-784.
- Aguirre, L.F., Herrel, A., Van Damme, A. & Matthysen, E. 2003. The implications of food hardness for diet in bats. *Functional Ecology* 17: 201-212.
- Alho, C.J.R. 2008. Biodiversity of the Pantanal: response to seasonal flooding regime and to environmental degradation. *Brazilian Journal of Biology = Revista Brasileira de Biologia* 68: 957-966.
- Alho, C.J.R., Camargo, G. & Fischer, E. 2011a. Terrestrial and aquatic mammals of the Pantanal. *Brazilian Journal of Biology = Revista Brasileira de Biologia* 71: 297-310.
- Alho, C.J.R., Fischer, E., Oliveira-Pissini, L.F. & Santos, C.F. 2011b. Bat-species richness in the Pantanal floodplain and its surrounding uplands. *Brazilian Journal of Biology = Revista Brasileira de Biologia* 71: 311-320.
- Alfonsi, R.R. & Camargo, M.B.P. 1986. Condições climáticas para a região do Pantanal Matogrossense. *Anais do 1º Simpósio sobre Recursos Naturais e Socioeconômicos do Pantanal*. EMBRAPA, Ministério da Agricultura, Brasília
- Allem, A.C. & Valls, J.F.M. 1987. Recursos forrageiros nativos do Pantanal Mato-Grossense. Brasília: CENAGEM / EMBRAPA - CPAP (Documento 8)
- De Almeida, L.M., Costa, C.S.R. & Marinoni, L. 1998. Manual de coleta, conservação, montagem e identificação de insetos. Editora Holos. 78 pp.
- Amaral Filho, Z.P. 1986. Solos do Pantanal Mato-grossense. *Anais do 1º Simpósio sobre Recursos Naturais e Socioeconômicos do Pantanal*. EMBRAPA, Ministério da Agricultura, Brasília.
- Araujo, A.C. & Sazima, M. 2003. The assemblage of flowers visited by hummingbirds in the “capões” of southern Pantanal, Mato Grosso do Sul, Brazil. *Flora* 1232: 1-9.

- Barnett, A.A., Sampaio, E.M., Kalko, E.K.V., Shapley, R.L. Fischer, E., Camargo, G. & Rodriguez, H.B. 2006. Bats of Jaú National Park, central Amazônia, Brazil. *Acta Chiropterologica* 8: 1-26.
- Batzler, D.P., & Wissinger, S.A. 1996. Ecology of insect communities in nontidal wetlands. *Annual Review of Entomology* 41:75-100.
- Bianconi, G.V., Mikich, S.B., Teixeira, S.D. & Maia, B.H.L.N.S. 2007. Attraction of fruit eating bats with essential oils of fruits: a potential tool for forest restoration. *Biotropica* 39: 136-140.
- Borcard, D., Gillet, F. & Legendre, P. 2011. Numerical ecology with R. Springer, UseR!.
- Bredt, A., Araújo, F.A.A., Caetano Jr, J., Rodrigues, M.G.R., Yoshizawa, M., Silva, M. M.S., Harmani, N.M.S., Massunaga, P.N.T., Burer, S.P., Porto, V.A.R. & Uieda, W. 1996. Morcegos em áreas urbanas: manual de manejo e controle. Ministério da Saúde, Brasília.
- Brosset, A., Charles-Dominique, P., Cockle, A., Cosson, J.F. & Masson, D. 1996. Bat communities and deforestation in French Guiana. *Canadian Journal of Zoology* 74: 1974-1982.
- Camargo, G. & Fischer, E. 2005. Primeiro registro do morcego *Mimon crenulatum* (Phyllostomidae) no Pantanal, sudoeste do Brasil. *Biota Neotropica* 5: 1. <http://www.biotaneotropica.org.br/v5n1/pt/abstract?short-communication+BN00705012005>. ISSN 1676-0603.
- Coimbra, JR., C.E.A., Borges, M.M., Guerra, D.Q. & Mello, D.A. 1982. Contribuição à zoogeografia e ecologia de morcegos em regiões de cerrado no Brasil central. *Bol. Tec. Rev. Brasil Florestal - IBDF* 7: 34-38.
- Colwell, R.K. 2006. EstimateS: Statistical estimation of of species richness and shared species from samples. Version 8.
- Cunha, N.C., Pott, A. & Gonçalves, A.R. 1986. Solos calcimórficos da sub-região do Abobral, Pantanal Mato-Grossense. EMBRAPA - CPAP. 52p.

- Damasceno Jr., G.A., Bezerra, M.A.O., Bortolotto, I.M. & Pott, A. 1996. Aspectos florísticos e fitofisionômicos dos capões do Pantanal do Abrobal. In: II Simpósio sobre Recursos Naturais e Sócio Econômicos do Pantanal: Manejo e Conservação. Pp. 74-75.
- Diamond, J. & Case, T.J. 1986. Community ecology. Harper & Row, New York.
- Dumont, E.R. 2003. Bats and fruits: an ecomorphological approach, p. 398-429. In: Kunz, T.H. & M.B. Fenton (eds.). Bat Ecology. Chicago, University of Chicago Press, 779p.
- Esbérard, C.E.L. 2003. Diversidade de morcegos em uma área de Mata Atlântica regenerada no sudeste do Brasil (Mammalia: Chiroptera). Revista Brasileira de Zoociências 5: 189-204.
- Estrada, A. & Coates-Estrada, R. 2001. Species composition and reproductive phenology of bats in a tropical landscape at Los Tuxtlas, Mexico. Journal of Tropical Ecology 17: 627–646.
- Faith, D.P., Minghin, P.R. & Belbin, L. 1987. Composition dissimilarity as a robust measure of ecological distance: a theoretical model and computer simulations. Vegetatio 69: 57–58.
- Faria, D., Laps, R.R. Baumgarten, J. & Cetra, M. 2006. Bat and bird assemblages from forests and shade cacao plantations in two contrasting landscapes in the Atlantic forest of southern Bahia, Brazil. Biodiversity and Conservation 15: 587-612.
- Fazzolari-Corrêa, S. 1995. Aspectos sistemáticos, ecológicos e reprodutivos de morcegos na Mata Atlântica. Tese de doutorado, Universidade de São Paulo, São Paulo, SP.
- Ferrarezi H, & Gimenez, E.A. 1996. Systematic patterns and the evolution of feeding habits in Chiroptera (Archonta: Mammalia). Journal of Comparative Biology 1: 75–94.
- Fischer, E. 1992. Foraging of nectarivorous bats on Bauhinia unguolata. Biotropica 24: 579-582.
- Fischer, E. 2000. Polinização por morcegos Phyllostominae versus Glossophaginae em floresta de terra-firme, na Amazônia. Tese de Doutorado, Universidade Estadual de Campinas, Campinas, SP.
- Fischer, E., Jimenez, F.A. & Sazima, M. 1992. Polinização por morcegos em duas espécies de Bombacaceae na Estação Ecológica de Juréia, São Paulo. Revista Brasileira de Botânica 15: 67-72.

- Fischer, E. & Araujo, A.C. 1995. Spatial organization of a bromeliad community in the Atlantic rainforest, south-eastern Brazil. *Journal of Tropical Ecology* 11: 559-567
- Fischer, E., Fischer, W.A, Borges, S, Pinheiro, M.R. & Vicentini, A. 1997. Predation of *Carollia perspicillata* by *Phyllostomus* cf. *elongatus* in Central Amazon. *Chiroptera Neotropical* 3: 67-68.
- Fischer, E., Munin, R.L., Longo, J. M., Fischer, W. & de Souza, P.R. 2010. Predation on bats by Great Kiskadees. *Journal of Field Ornithology* 81: 17-20.
- Fritz, G.N. 1983. Biology and ecology of bat flies (Diptera: Streblidae) on bats in the genus *Carollia*. *Journal of Medical Entomology* 20: 1-10.
- Fleming, T.H. 1986. Opportunism versus specialization: the evolution of feeding strategy in frugivorous bats. In: Estrada, A. & Fleming, T.H. (eds.). *Frugivores and seed dispersal*. Dr. W. Junk Publishers, Dordrecht.
- Fleming, T.H. 2004. Dispersal ecology of Neotropical *Piper* shrubs and treelets, p. 58-75. In: Dyer, L.A. & Palmer, A.D.N. (eds.). *Piper: a model genus for studies of phytochemistry, ecology, and evolution*. Kluwer Academic / Plenum Publishers, New York, Boston, Dordrecht, London, Moscow.
- Foster, R.B. 1982. The seasonal rhythms of fruitfall on Barro Colorado Island. In: Leigh, E.G. Rand, A.S. & Windsor (eds). *The Ecology of a Tropical Forest*. Smithsonian Institution Press, Washington.
- Freeman, P. W. 1988. Frugivorous and animalivorous bats (Microchiroptera): dental and cranial adaptations. *Biological Journal of the Linnean Society* 33: 249–272.
- Galindo-González, J., Guevara, S. & Sosa, V.J. 2000. Bat and birds generate seed rains at isolated trees in pastures in a tropical rain forest. *Conservation Biology* 14: 1693-1703.
- Gannon, M.R. & Willig, M.R. 1995. Ecology of ectoparasites from tropical bats. *Environmental Entomology* 24: 1495-1503.

- Gardner, A.L. 1977. Feeding habits. Pp. 293-350. In: Baker, R.J., Jones Jr., J.K. & Carter, D.C. (eds.). Biology of bats of the New World family Phyllostomatidae. Part II, Special Publication of the Museum, Texas Tech University, 13: 1-364.
- Giannini, N. 1999. Selection of diet and elevation by sympatric species of *Sturnira* in an Andean rainforest. *Journal of Mammalogy* 80: 1186–1195.
- Giannini, N.P. & Kalko, E.K.V. 2004. Trophic structure in a large assemblage of Phyllostomid bats in Panama. *Oikos* 105: 209–220.
- Godoi Filho, J.D. 1986. Aspectos geológicos do Pantanal Mato-grossense e de sua área de influência. Anais do I Simpósio sobre Recursos Naturais e Socioeconômicos do Pantanal. EMBRAPA, Ministério da Agricultura, Brasília.
- Gonçalves, F., Munin, R., Costa, P & Fischer, E. 2007. Feeding habits of *Noctilio albiventris* (Noctilionidae) bats in the Pantanal, Brazil. *Acta Chiropterologica* 9: 535–538.
- Gotelli, N.J. & Entsminger, G.L. 2001. EcoSim: Null models software for ecology. Version 7. Acquired Intelligence Inc. & Kesey-Bear. Burlington, VT 05465. <http://homepages.together.net/~gentsmin/ecosim.htm>.
- Gregorin, R & Ditchfield, A.D. 2005. New genus and species of nectar-feeding bat in the tribe Lonchophyllini (Phyllostomidae: Glossophaginae) from northeastern Brazil. *Journal of Mammalogy* 86: 403-414.
- Gregorin, R., Gonçalves, E., Aires, C.C. & Carmignotto, A.P. 2011. Morcegos (Mammalia: Chiroptera) da Estação Ecológica Serra Geral do Tocantins: composição específica e considerações taxonômicas. *Biota Neotropica* 11 (1): <<http://www.biotaneotropica.org.br/v11n1/en/abstract?article+bn03811012011>>.
- Gribel, R., Gibbs, P.E. & Queiróz, A.L. 1999. Flowering phenology and pollination biology of *Ceiba pentandra* (Bombacaceae) in Central Amazonia. *Journal of Tropical Ecology* 15: 247-263.

- Hammer, Ø, Harper, D.A.T. & Ryan, P.D. 2001. PAST: Paleontological Statistics Software Package for Education and Data Analysis. *Palaeontologia Electronica* 4(1): 9pp.
- Heithaus, E.R, Fleming, T.H. & Opler, P.A. 1975. Foraging patterns and resource utilization in seven species of bats in a seasonal tropical forest. *Ecology* 56: 841-854.
- Hopkins, H.C. & Hopkins, M.J.G. 1982. Predation by a snake of a flower-visiting bat at *Parkia nitida* (Leguminosae Mimosoideae). *Brittonia*, 34: 225-227.
- Howe, H.F. 1986. Seed dispersal by fruit-eating birds and mammals. In: Murray, D.R. (ed.) *Seed dispersal*. Academic Press, Sydney, Austrália, p. 123-189.
- Howell, D.J., & Burch, D. 1974. Food habits of some Costa Rican bats. *Revista de Biología Tropical* 21: 281–294.
- Humphrey, S.R., Bonnaccorso, F.J. & Zinn, T.L. 1983. Guild structure of surface-gleaning bats in Panama. *Ecology*, 64: 284–294.
- Johnson, J. & Omland, K. 2004. Model selection in ecology and evolution. *Trends in Ecology and Evolution* 19: 101-108.
- Junk, W.J., Cunha, C.N., Wantzen, K.M., Petermann, P., Strüssmann, C., Marques, M.I. & Adis, J. 2006. Biodiversity and its conservation in the Pantanal of Mato Grosso, Brazil. *Aquatic Sciences* 68: 278-309.
- Kalko, E. K. V. 1997. Diversity in tropical bats. In: Ulrich, H. (ed). *Tropical diversity and systematics*, Proc. Int. Symp. Biodiv. Syst. Tropical Ecosystems, Bonn, 1994. Zool. Forschungsinst Mus. pp. 13-43.
- Komeno, C.A & Linhares, A.X. 1999. Bat flies parasitic on some phyllostomid bats in Southeastern Brazil: parasitism rates and host-parasite relationships. *Memórias do Instituto Oswaldo Cruz* 94: 151-156.
- Krebs, C.J. 1989. *Ecological Methodology*. Harper & Row Publishers, New York. 654p.

- Leite, A.P., Meneghelli, M. & Taddei, V.A. 1998. Morcegos (Chiroptera: Mammalia) dos Pantaneais de Aquidauana e da Nhecolândia, Mato Grosso do Sul. I. Diversidade de espécies. *Ensaios e Ciências* 2: 141-148.
- Leighton, M. & Leighton, D. 1983. Vertebrate responses to fruiting seasonality within a bornean rain forest. In: Sutton, S.L. Whitmore, T.C. & Chadwick, A.C. (eds.). *Tropical Rain Forest: Ecology and Management*. Blackwell Scientific Publications.
- Lim, B.K. & Engstrom, M.D. 2001. Bat community structure at Iwokrama forest, Guyana. *Journal of Tropical Ecology*. 17: 647-665.
- Lobova, T.A., Geiselman, C.K. & Mori, S.A. 2009. Seed dispersal by bats in the neotropics. The New York Botanical Garden Press, New York.
- Longo, J.M., Fischer, E., Camargo, G. & Santos, C.F. 2007. Ocorrência de *Vampyressa pusilla* (Chiroptera, Phyllostomidae) no Pantanal sul. *Biota Neotropica* 7 (3): <<http://www.biotaneotropica.org.br/v7n3/pt/abstract?short-communication+bn02407032007>>.
- Lopez, J.E., & Vaughan, C. 2007. Food niche overlap among neotropical frugivorous bats in Costa Rica. *Revista de Biología Tropical* 55: 301–313.
- Ludwig, J.A. & Reynolds, J.F. 1988. *Statistical Ecology: primer methods and computing*. Wiley Press, New York. 337p.
- Mancina, C.A., Balseiro, F & Herrera, M.L.G. 2005. Pollen digestion by nectarivorous and frugivorous Antillean bats. *Mammalian Biology* 70: 282-290.
- Manly, B.J. 1986. *Multivariate statistical methods: a primer*. Chapman and Hall, New York, 150 pp.
- Marinho-Filho, J.S. 1992. *Ecologia e história natural das interações entre palmeiras, epífitas e frugívoros na região do Pantanal Matogrossense*. Tese de Doutorado. Universidade Estadual de Campinas. Campinas, SP.
- Marinho-Filho, J.S. 1991. The coexistence of two frugivorous bat species and the phenology of their food plants in Brazil. *Journal of Tropical Ecology* 7: 59-67.

- Marinho-Filho, J. 1996a. The brazilian cerrado bat fauna and its conservation. *Chiroptera Neotropical* 2: 37-39.
- Marinho-Filho, J. 1996b. Distribution of bat diversity in the southern and southeastern brazilian Atlantic Forest. *Chiroptera Neotropical* 2: 1-6.
- Marinho-Filho, J & Sazima, I. 1998. Brazilian bats and conservation biology: a first survey. Pp. 282-294. In: Kunz, T.H. & Racey, P.A. (eds.) *Bat biology and conservation*. Smithsonian Institution Press. Washington DC.
- Martuscelli, P. 1995. Avian predation by the round-eared bat (*Tonatia bidens*, Phyllostomidae) in the Brazilian Atlantic Forest. *Journal of Tropical Ecology* 11: 461-464.
- Mazerolle, M. J. 2006. Improving data analysis in herpetology: using Akaike's Information Criterion (AIC) to assess the strength of biological hypotheses. *Amphibia-Reptilia* 27: 169-180.
- Mello, M.A.R., Schittini, G., Selig, P. & Bergallo, H.G. 2004. Seasonal variation in the diet of the bat *Carollia perspicillata* (Chiroptera: Phyllostomidae) in an Atlantic forest area in southeastern Brazil. *Mammalia* 68: 49–55.
- Mello, M.A.R., Kalko, E.K.V. & Silva, W.R. 2008. Diet and abundance of the bat *Sturnira lilium* (Chiroptera) in a Brazilian montane Atlantic forest. *Journal of Mammalogy* 89: 485–492.
- Mello, M.A.R., Marquitti, F.M.D., Guimarães Jr, P.R., Kalko, E.K.V., Jordano P. & Aguiar, M.A.M. 2011. The missing part of seed dispersal networks: structure and robustness of bat-fruit interactions. *Plos One* 6: e17395.
- Motta Jr., J.C. & Taddei, V.A. 1992. Bats as prey of Stygian Owls in southeastern Brazil. *Journal of Raptor Research* 26: 259-260.
- Muchhala, N., & Jarrín-V, P. 2002. Flower visitation by bats in cloud forests of western Ecuador. *Biotropica* 34: 387-395.
- Munin, R.L. 2008. Nicho trófico de morcegos filostomídeos no Pantanal da Nhecolândia, Mato Grosso do Sul. Dissertação de Mestrado, Universidade Federal Mato Grosso do Sul, Campo Grande, MS.

- Munin, R.L., Costa, P.C. & Fischer, E. 2011. Differential ingestion of fig seeds by a Neotropical bat, *Platyrrhinus lineatus*. *Mammalian Biology* 76: 772-774.
- Nogueira, M.R., Monteiro, L.R., Peracchi, A.L. & Araújo, A.F.B. 2005. Ecomorphological analysis of the masticatory apparatus in *Chiroderma* (Chiroptera: Phyllostomidae). *Journal of Zoology* 266: 355-364.
- Nogueira, M.R., Peracchi, A.L. & Monteiro, L.R. 2009. Morphological correlates of bite force and diet in the skull and mandible of phyllostomid bats. *Functional Ecology* 23: 715-723.
- Nowak, R.M. 1994. Bats of the world. 1^a ed., The Johns Hopkins University Press, Baltimore.
- Ochoa, J.G. 2000. Efectos de la extracción de maderas sobre la diversidad de mamíferos pequeños en bosques de tierras bajas de la Guayana Venezolana. *Biotropica* 32: 146-164.
- Oliveira, J.A., Gonçalves, P.R., & Bonvicino, C.R. 2003. Mamíferos da Caatinga. In: Leal, I. Tabarelli, M. & Silva, J.M.C. *Ecologia e conservação da Caatinga*. pp. 275-333. Editora Universitária UFPE, Recife.
- Passos, F.C., Silva, W.R., Pedro, W.A. & Bonin, M.R.. 2003. Frugivoria em Morcegos (Chiroptera, Phyllostomidae) no Parque Estadual Intervalos, sudeste do Brasil. *Revista Brasileira de Zoologia* 20: 511-517.
- PCBAP. 1997. Plano de Conservação da Bacia do Alto Paraguai (Pantanal). Análise integrada e prognóstico da Bacia do Alto Paraguai, Volume III. Ministério do Meio Ambiente, dos Recursos Hídricos e da Amazônia Legal
- Pedro, W.A., Geraldles, M.P., Lopez, G.G. & Alho, C.J.R. 1995. Fragmentação de habitat e a estrutura de uma taxocenose de morcegos em São Paulo (Brasil). *Chiroptera Neotropical* 1: 4-6.
- Pedro, W.A. & Taddei, V.A. 1997. Taxonomic assemblage of bats from Panga Reserve, southeastern Brazil: abundance patterns and trophic relations in the Phyllostomidae (Chiroptera). *Boletim do Museu de Biologia Professor Mello Leitão* 6: 3-21.

- Pedro, W.A, Passos, F.C. & Lim, B.K. 2001. Morcegos (Chiroptera; Mammalia) da Estação Ecológica dos Caetetus, Estado de São Paulo. *Chiroptera Neotropical* 7: 136-140.
- Pott, A., Pott, V. J. 1994. Plantas do Pantanal. Embrapa, Corumbá, Brazil, 320 pp.
- Prance, G.T. & Schaller, G.B. 1982. Preliminary study of some vegetation types of the Pantanal, Mato Grosso, Brazil. *Brittonia* 34: 228-251.
- Quijano-Abril M.A, Callejas-Posada, R. & Miranda-Esquivel. D.R. 2006. Areas of endemism and distribution patterns for Neotropical *Piper* species (Piperaceae). *Journal of Biogeography* 33: 1266-1278.
- Rex, K., Czaczkcs, B.I., Michener, R., Kunz, T.H. & Voigt, C.C. 2010. Specialization and omnivory in diverse mammalian assemblages. *Ecoscience* 17: 37-46.
- Reis, N.R., Peracchi, A.L., Sekiama, M.L. & Lima, I.P. 2000. Diversidade de morcegos (Chiroptera, Mammalia) em fragmentos florestais no estado do Paraná, Brasil. *Revista Brasileira de Zoologia* 17: 697-704
- Rojas, D., Vale, A. Ferrero, V. & Navarro, L. 2011. When did plants become important to leaf-nosed bats? Diversification of feeding habits in the family Phyllostomidae. *Molecular Ecology* 20: 2217-2228.
- Sampaio, E.M., Kalko, E.K.V. Bernard, E., Rodriguez-Herrera, B. & Handley, C.O. 2003. A biodiversity assessment of bats (Chiroptera) in an upland rainforest in Central Amazonia including methodological and conservation considerations. *Studies on Neotropical Fauna and Environment* 38: 17-31.
- Sánchez, M.S., Giannini, N.P. & Barquez, R.M. 2012 Bat frugivory in two subtropical rain forests of Northern Argentina: Testing hypotheses of fruit selection in the Neotropics. *Mammalian Biology* (no prelo).
- Sazima, I. 1978. Vertebrates as food items of the woolly false vampire, *Chrotopterus auritus*. *Journal of Mammalogy* 59: 617-618.

- Shanahan, M., So, S., Compton, S.G., & Corlett, R. 2001. Fig-eating by vertebrate frugivores: a global review. *Biological Reviews* 76: 529-572.
- Silva, A.G., Gaona, O. & Medellín, R.A. 2008. Diet and trophic structure in a community of fruit-eating bats in Lacandon forest, Mexico. *Journal of Mammalogy* 89: 43–49.
- Schoener, T.W. 1986. Patterns in terrestrial vertebrate versus arthropod communities: do systematic differences in regularity exist? In: Diamond, J. & Case, T. J. (eds.). *Community ecology*. Harper & Row, New York.
- Silveira, M., Trevelin, L., Carvalho, M. Godoi, S., Neuenhaus Mandetta, E.N. & Cruz-Neto, A.P. 2011. Frugivory by phyllostomid bats (Mammalia: Chiroptera) in a restored area in Southeast Brazil. *Acta Oecologica* 37: 31-36.
- Simberloff, D. 1983. Competition theory hypothesis-testing, and other community ecological buzzwords. *American Naturalist* 122: 240-285
- Simmons, N.B. 2005. Order Chiroptera. In: Wilson, D.E. & Reeder, D.M. (eds.) *Mammals Species of the World: a taxonomic and geographic reference*. 3^a edição. Smithsonian Institution Press.
- Sperr, E.B, Caballero-Martinez, L.A., Medellín, R.A. & Tschapka, M. 2011. Seasonal changes in species composition, resource use and reproductive patterns within a guild of nectar-feeding bats in a west Mexican dry forest. *Journal of Tropical Ecology* 27: 133-145.
- Stevens, R.D. & Willig, M.R. 2002. Geographical ecology at the community level: perspectives on the diversity of New World bats. *Ecology* 83: 545-560.
- Taddei, V.A. & Pedro, W.A. 1998. Morcegos (Chiroptera, Mammalia) do Vale do Ribeira, estado de São Paulo: diversidade de espécies. *Anais do VIII Seminário Regional de Ecologia*. Vol III: 911-919.
- Taddei, V.A. & Lim, B.K. 2010. A new species of *Chiroderma* (Chiroptera, Phyllostomidae) from Northeastern Brazil. *Brazilian Journal of Biology = Revista Brasileira de Biologia* 70: 381-386.

- Teixeira, R.C., Corrêa, C.E. & Fischer, E. 2009. Frugivory by *Artibeus jamaicensis* (Phyllostomidae) bats in the Pantanal, Brazil. *Studies on Neotropical Fauna and Environment* 44: 7–15.
- Trajano, E. 1985. Ecologia de populações de morcegos cavernícolas em uma região cárstica do sudeste do Brasil. *Revista Brasileira de Zoologia* 2: 255-320.
- Tschapka, M. 2004. Energy density patterns of nectar resources mediate coexistence within a guild of neotropical flower-visiting bats. *Journal of Zoology* 263: 7–21.
- Whitaker, J.O. 1988. Food habits analysis of insectivorous bats. Pp. 171-189, In: *Ecological and behavioral methods for the study of bats* (T.H. Kunz, ed.). Smithsonian Institution Press, Washington, D.C., 533 pp.
- Willink, P.W., Chernoff, B., Alonso, L.E., Montambault, J.R. & Lourival, R. 2000. A biological assessment of the aquatic ecosystems of the Pantanal, Mato Grosso do Sul, Brasil. *RAP Bulletin of Biological Assessment* 18, Conservation International, Washington.
- Willig, M. R., G. R. Camilo, and S. J. Nobile. 1993. Dietary overlap in frugivorous and insectivorous bats from edaphic cerrado habitats of Brazil. *Journal of Mammalogy*, 74: 117–128.
- Wendeln, M.C., Runkle, J.R. & Kalko, E.K.V. 2000. Nutritional values of 14 fig species and bat feeding preferences in Panama. *Biotropica* 32: 489-501.
- Wolda, H. 1988. Insect seasonality: why? *Annual Review of Ecology and Systematics* 19: 1-18.
- York, H.A. & Billings, S.A. 2009. Stable-isotope analysis of diets of short-tailed fruit bats (Chiroptera: Phyllostomidae: *Carollia*). *Journal of Mammalogy* 90: 1469-1477.
- Zortéa, M. 2003. Reproductive patterns and feeding habits of three nectarivorous bats (Phyllostomidae: Glossophaginae) from the Brazilian Cerrado. *Revista Brasileira de Biologia = Brazilian Journal of Biology* 63: 159–168.