

Secreção de néctar e atividade de morcegos em *Hymenaea stigonocarpa*
(Leguminosae-Caesalpinioideae) no Pantanal da Nhecolândia e remanescente
urbano de cerrado, Mato Grosso do Sul

Raquel de Oliveira

Dissertação apresentada ao Programa de
Pós-Graduação em Ecologia e Conservação
da Universidade Federal de Mato Grosso do
Sul como parte das exigências para a
obtenção do título de Mestre em Ecologia.

Orientadora: Dr^a. Andréa Cardoso Araujo

Universidade Federal de Mato Grosso do Sul

Campo Grande

2006

ÍNDICE

| | |
|----------------------------------|----|
| Agradecimentos..... | 03 |
| Abstract | 04 |
| Resumo | 05 |
| Introdução | 06 |
| Materiais e Métodos | 07 |
| Resultados | 11 |
| Discussão | 13 |
| Conclusão | 18 |
| Referências Bibliográficas | 19 |

Agradecimentos: Ao projeto Morcegos do Pantanal sob coordenação de Erich Fischer, que adotou minha pesquisa e disponibilizou toda a estrutura e logística para a execução do trabalho. A Andréa Cardoso Araujo pela orientação do trabalho e leitura crítica do manuscrito, além da amizade e paciência. Ao Reinaldo Chaves Teixeira, pesquisador do Projeto Morcegos do Pantanal por organizar as viagens ao Pantanal, viabilizar os materiais de campo, auxiliar na identificação dos morcegos, auxiliar no trabalho de campo, emprestar referências bibliográficas e, ainda, auxiliar na aplicação da metodologia e discussões do trabalho. À Carolina Ferreira Santos pelo empréstimo de material bibliográfico, auxílio na identificação dos morcegos e auxílio nas discussões do trabalho. Aos colegas Alan Eriksson e Nicolay Leme da Cunha pela companhia e valiosa ajuda no trabalho de campo no Pantanal. A todos os demais participantes do Projeto Morcegos do Pantanal que de alguma forma auxiliaram com seu trabalho. À Camila Donatti pelas informações sobre o período de floração do jatobá e carona ao campo, quando todos os demais carros quebraram. Ao Paulo Agenor Alves Bueno e Sebastião Marcos de Oliveira pela companhia e auxílio no trabalho de campo do cerrado. Ao Josué Raizer pelo auxílio na interpretação dos dados e análises estatísticas. À Conservação Internacional do Brasil pela permissão de trabalho na RPPN Fazenda Rio Negro. Ao Earthwatch Institute pelo auxílio financeiro ao projeto. A CAPES, pela bolsa de mestrado. Ao Programa de Pós-Graduação em Ecologia e Conservação por ser a via possibilitadora de toda a produção desse trabalho. Ao Erich Fischer, a Isabel Machado, a Maria Rosângela Sigrist e ao Paulo Eugênio de Oliveira pela leitura crítica do manuscrito. A toda a minha família: minha mãe, Emilia de Oliveira, grande responsável por esta conquista por valorizar e garantir meus estudos; minha outra mãe, Lucia Monte Serrat Alves Bueno, pelo apoio emocional e incentivo. Ao Paulo Agenor Alves Bueno pelo auxílio na formatação do manuscrito, incentivo e pela preciosa companhia em todos os momentos.

ABSTRACT: The aims of this study were to record the floral biology, to describe the flower attributes related to chiropterophilous syndrome, as well as to accomplish variations in nectar sugar concentration and volume of *Hymenaea stigonocarpa* flowers throughout the night. In addition, to check the effect of both the diameter of nectariferous disk and the dry weight of flowers on nectar secretion. Bat species were captured in front of *H. stigonocarpa* flowers and the effect of the number of open flowers on frequency of captures during the night was tested. This work was carried out in the rainy season in the Pantanal da Nhecolândia, and in an urban fragment of cerrado during the flowering season of *Hymenaea stigonocarpa*. Nectar sugar concentration and volume as well as the size of flowers (nectariferous disk diameter and dry mass) were measured. The number of open flowers per night was also recorded. Bats were captured with mist nets disposed in front of flowering individuals of *H. stigonocarpa* between 1800 and 0500 h, totalizing 540 hours-net in Pantanal and 160 hours-net in cerrado. Nectar secretion rate was higher in the beginning of the night and decreased throughout the period. Nectar sugar concentration did not vary significantly throughout the night. Nectar secretion rate was not affected by the nectariferous disk diameter, but it was positively affected by flower dry mass. *Artibeus jamaicensis*, a frugivorous bat, was the most frequent bat captured in both studied sites. In cerrado, Stenodermatinae bats showed peaks of foraging activity at the beginning, the middle and the end of the night. The frequency of bat captures in front of flowering plants was positively related with the number of open flowers per night.

Key-words: nectar secretion rate, bats, Pantanal, cerrado.

RESUMO: Este estudo teve como objetivos registrar a biologia floral e descrever os atributos florais relacionados à síndrome de quiropterofilia de *Hymenaea stigonocarpa* bem como descrever as variações na taxa de secreção e na concentração de solutos do néctar nas flores dessa espécie ao longo da noite. Além disso, verificar o efeito do diâmetro do disco nectarífero e do peso seco das flores sobre a secreção de néctar. As espécies de morcegos capturadas diante das flores de *H. stigonocarpa* ao longo da noite foram registradas e o efeito do número de flores abertas por planta sobre a frequência de capturas de morcegos ao longo da noite foi testado. O estudo foi desenvolvido durante a estação chuvosa, no período de floração de *Hymenaea stigonocarpa* no Pantanal da Nhecolândia e em um remanescente urbano de cerrado. Foram tomadas medidas de concentração de solutos e volume do néctar, tamanho da flor, estimado através do diâmetro do disco nectarífero e do peso seco das flores, e quantidade de flores abertas na noite. As espécies de morcegos visitantes foram capturadas por meio de redes de captura (*mist nets*) armadas por volta das 1800 h e retiradas às 0500 h, totalizando 540 horas-rede na fazenda Rio Negro e 160 horas-rede no cerrado. A produção de néctar foi maior no início da noite diminuindo ao longo da noite, entretanto, a concentração de solutos no néctar não diferiu significativamente entre os horários da noite. O diâmetro do disco nectarífero não afetou a produção de néctar, embora o peso da flor tenha afetado positivamente. *Artibeus jamaicensis*, morcego frugívoro, foi a espécie com maior número de capturas nos dois ambientes. Os morcegos Stenodermatinae apresentaram picos de forrageamento no início, meio e final da noite, no cerrado. A frequência de captura dos morcegos em frente a plantas com flores teve relação positiva com o número de flores abertas na noite.

Palavras-chave: néctar, taxa de secreção, morcegos, Pantanal, cerrado.

Introdução

Flores polinizadas por morcegos reúnem características comuns (Faegri & van der Pijl 1971) e geralmente exibem adaptações que permitem interações com morcegos nectarívoros os quais são recompensados com néctar ao visitar essas flores (Tschapka & Dressler 2002).

A variação na taxa de produção do néctar pode ocorrer em função do tamanho da flor (*e.g.* Aizen & Basílio 1998). Flores maiores podem secretar maiores taxas de néctar o que poderia resultar em maior frequência de visitas (*e.g.* Fisher & Leal no prelo) promovendo maior sucesso de polinização da planta (Mitchell & Waser 1992; Fisher & Leal no prelo).

Os morcegos que atuam como polinizadores na região Neotropical pertencem à família Phyllostomidae (Nowak 1991), que inclui morcegos nectarívoros (*e.g.* Subfamília Glossophaginae) e frugívoros (*e.g.* Subfamília Stenodermatinae) (Koopman 1993). No Brasil estão presentes 74 espécies de morcegos (Eisenberger & Redford 1999).

São conhecidas aproximadamente 750 espécies de angiospermas polinizadas por morcegos, das quais 80% ocorrem nos neotrópicos (Nowak 1991). Dentre estas, representantes de Leguminosae constituem porção significativa e 50% das espécies pertencem à subfamília Caesalpinioideae (Arroyo 1981). *Hymenaea* possui 14 espécies ocorrentes em regiões tropicais ou subtropicais (Lee & Langenheim 1975). *Hymenaea stigonocarpa* é uma espécie arbórea de ocorrência comum em regiões de cerrado, cerradão (Almeida *et al.* 1998) bem como no Pantanal (Pott & Pott 1994).

As flores quiropterófilas de Caesalpinioideae são relativamente pequenas e pouco especializadas, estando as do gênero *Hymenaea* dentre as mais simples de todas as flores quiropterófilas conhecidas (Arroyo 1981). As flores de *H. stigonocarpa* secretam néctar a partir de um disco nectarífero localizado à base do pistilo e acumulado no hipanto (Gibbs *et al.* 1999).

Foi encontrado um único estudo, realizado em duas áreas de cerrado, abordando aspectos da biologia floral, da produção de néctar no início da antese, do sistema reprodutivo e dos morcegos polinizadores de *H. stigonocarpa*. (Gibbs *et al.* 1999). Trabalhos que descrevam características de tamanho das flores relacionadas à produção de néctar e à atividade dos morcegos em flores de *H. stigonocarpa* ao longo de toda a noite não foram encontrados.

O presente estudo teve como objetivos registrar a biologia floral e descrever os atributos florais relacionados à síndrome de quiropterofilia de *H. stigonocarpa*, verificar as variações na taxa de secreção de néctar e na concentração de solutos no néctar nas flores de *H. stigonocarpa* ao longo da noite, verificar o efeito do diâmetro do disco nectarífero e do peso seco das flores sobre a secreção de néctar, registrar as espécies de morcegos capturadas diante das flores de *H. stigonocarpa* ao longo da noite e verificar se o número de flores abertas por planta afeta a frequência de capturas de morcegos ao longo da noite.

Materiais e métodos

Área de estudo

Este estudo foi desenvolvido na fazenda Rio Negro (aproximadamente 19° 34' S; 56° 14' O), RPPN com área de 7.700 ha localizada no Pantanal da Nhecolândia,

município de Aquidauana, Mato Grosso do Sul. Neste ambiente ocorrem “cordões” de vegetação compostos de espécies de cerrado e de mata semidecídua que circundam baías e salinas, designados localmente como cordilheiras (Pott & Pott 1994). O Pantanal constitui a maior planície inundável do mundo (140.000 km²) estando incluído na da Bacia do Alto Paraguai, sendo dois terços dessa área em território brasileiro (Fernandes & Bezerra 1990). O Pantanal recebe influência de quatro províncias fitogeográficas, Amazônia (ao norte), Cerrado (a leste), Mata Atlântica (ao sul) e Chaco (a oeste) (Adamoli 1984). O clima é quente e seco, com duas estações bem definidas (subtipo Aw cf. Köppen 1948). O período de chuvas é concentrado de dezembro a março, atingindo 1000 a 1300 mm anuais ao sul e sudeste e 1300 a 1600 mm ao norte (Fernandes & Bezerra 1990). As temperaturas variam de 28-29°C no verão (dezembro a março) e 17-22°C no inverno (junho e julho).

A outra área do estudo foi um remanescente urbano de cerrado (Figura 1C) (20° 27' S e 54° 37' O), pertencente à Reserva Biológica da Universidade Federal de Mato Grosso do Sul, localizada no perímetro urbano do município de Campo Grande, Mato Grosso do Sul. Possui área de 36,5 ha e vegetação composta principalmente por elementos de cerrado e cerrado (cf. Eiten 1979). O clima da região é do tipo Tropical Chuvoso de Savana (subtipo Aw cf. Köppen 1948) com inverno seco (maio a agosto) e verão chuvoso (dezembro a março). A precipitação média anual é de 1.532 mm, a umidade relativa é geralmente baixa, raramente atingindo 80% e as temperaturas médias anuais estão entre 20 e 22°C (EMBRAPA-CNPGC 1985).

Coleta de dados

O estudo foi desenvolvido durante a floração de *Hymenaea stigonocarpa* nos meses de dezembro de 2004 e janeiro de 2005, em oito indivíduos na fazenda Rio Negro e, nos meses de janeiro e fevereiro de 2005, em quatro indivíduos no remanescente de cerrado.

A quantidade de flores abertas, a morfologia da flor, bem como o horário de início da antese e do início da produção de néctar foram registrados. O volume de néctar produzido e a concentração de açúcares presentes no néctar ao longo da noite foram medidos em flores ensacadas em período de pré-antese com intervalos de duas horas após a abertura total da flor, a partir das 2000 h. O volume de néctar foi medido com o auxílio de seringas de 1ml, com 0,1 ml de precisão, e a concentração de açúcares no néctar com refratômetro de bolso, com precisão de 1% (Dafni 1992). A taxa de secreção de néctar foi a medida utilizada para quantificar o néctar produzido ao longo da noite e foi calculada a partir do volume obtido para o horário, dividido pelo intervalo (em minutos) entre uma retirada de néctar e outra. Essas medidas foram tomadas em 28 flores na fazenda Rio Negro, distribuídas em quatro plantas (variando entre cinco e 11 flores por planta), em quatro noites diferentes e, em 25 flores, distribuídas em três plantas (variando entre quatro e 11 flores por planta) em duas noites diferentes, no remanescente de cerrado. Essas flores foram coletadas e o diâmetro do disco nectarífero foi medido com auxílio de paquímetro (precisão de 0,1 mm). O disco nectarífero (Figura 2) compreende a uma parte floral que circunda internamente à corola e foi escolhido como representante do tamanho da flor para testar a relação com a produção de néctar. Posteriormente as flores foram secadas em estufa a 60°C por um período de 24 horas e pesadas em balança eletrônica, de precisão 0,001 g, para obtenção do peso seco. Pólen foi

coletado a cada 30 minutos durante o processo de abertura da flor (entre 1915h e 2045h) e corado com carmin acético 2% (Dafni 1992), para uma flor de *H. stigonocarpa* no remanescente de cerrado. Os grãos viáveis foram contados com auxílio de microscópio óptico.

As capturas dos morcegos visitantes foram feitas utilizando redes de neblina de 6 x 2,6 m dispostas diante de ramos floridos de *H. stigonocarpa* em frente a seis plantas na fazenda Rio Negro e a quatro plantas no remanescente de cerrado. Na Fazenda Rio Negro, nove redes foram armadas em quatro noites diferentes: três redes foram armadas em uma planta e duas redes em outra planta na mesma noite. Nas quatro plantas restantes, foi armada uma rede por noite, sendo que em duas plantas as capturas foram feitas na mesma noite, totalizando 540 horas-rede. No fragmento de cerrado foram armadas quatro redes em quatro plantas, sendo uma rede por noite, totalizando 160 horas-rede. Em ambas as áreas, as redes foram colocadas ao anoitecer (ca. 1800 h), inspecionadas em intervalos de 15 minutos e retiradas as 0500 h. Os morcegos capturados foram identificados e o horário do encontro do morcego na rede foi anotado.

Análise dos dados

Foi utilizada a Análise de Variância (ANOVA) e o teste de comparações múltiplas “a posteriori” de Tukey ($\alpha=0,05$) para verificar diferenças da taxa de secreção de néctar e da concentração de solutos entre as classes de horário. Análises de regressão linear simples foram feitas para verificar o efeito do diâmetro do disco nectarífero e do peso das flores sobre a taxa de secreção de néctar. Para verificar a relação entre o número de morcegos capturados e o número de flores abertas por indivíduo foi utilizada a análise de regressão logarítmica simples.

Resultados

As flores de *H. stigonocarpa* estão dispostas em inflorescências que abrem entre uma e cinco flores por noite. A abertura das flores iniciou através do afastamento das pétalas e sépalas, seguido do alongamento dos filetes, promovendo a lenta projeção das anteras. Ao mesmo tempo, se deu o alongamento do estilete levando o estigma acima da corola. Após esta projeção, as anteras e pétalas sofreram um afastamento do centro aumentando o diâmetro da circunferência da flor. As flores de *H. stigonocarpa* iniciaram o processo de abertura por volta das 1800 h estando completamente abertas em torno das 2000 h (Figura 2). Entretanto, na mesma planta, algumas flores iniciaram sua abertura até uma hora mais tarde que as primeiras flores. Àquelas flores que iniciaram sua abertura as 1800 h, estavam com o hipanto repleto de néctar após duas horas. Ao final do processo de abertura da flor, o estigma apresentou-se receptivo e havia pólen disponível nas anteras. O pólen apresentou viabilidade média de 95% em uma flor do remanescente de cerrado. As flores tiveram duração de uma noite, perdendo suas pétalas na manhã seguinte.

A taxa média de secreção de néctar (Tabela 1) para flores da fazenda Rio Negro variou ao longo da noite ($P = 0,02$ $N = 15$ $F = 5,09$), porém apenas a quarta classe de horário (0200 – 0400 h) diferiu da primeira (2000 – 2200 h) ($P = 0,013$). Houve diferença significativa na taxa de secreção de néctar para as classes de horário nas flores do cerrado ($P = 0,03$ $N = 11$ $F = 5,29$), onde a taxa média de secreção de néctar na primeira e na segunda classe de horário (2000 – 2200 e 2200 – 0000 h, respectivamente) diferiu da taxa média de secreção de néctar da última classe (0200 – 0400 h) ($P < 0,05$) (Figuras 3C e 3D).

A concentração média de solutos no néctar de *H. stigonocarpa* (Tabela 1) apresentou diminuição no último horário da noite (0400 h), contudo não sofreu variação significativa ao longo da noite em ambos os locais de estudo (fazenda Rio Negro: $P = 0,26$ $N = 19$ $F = 1,46$ e fragmento de cerrado: $P = 0,65$ $N = 14$ $F = 0,63$) (Figuras 3A e 3B).

A taxa média de secreção de néctar na fazenda Rio Negro não foi afetada pelo diâmetro do disco nectarífero das flores de *H. stigonocarpa* ($P = 0,886$ $N = 26$ $F = 0,021$), assim como no remanescente de cerrado ($P = 0,218$ $N = 25$ $F = 1,602$) (Figura 4). Entretanto, a taxa de secreção do néctar apresentou relação positiva com o peso seco das flores de *H. stigonocarpa* na fazenda Rio Negro ($P = 0,027$ $N = 22$ $F = 5,737$), mas não para as flores do remanescente de cerrado ($P = 0,145$ $N = 25$ $F = 2,272$) (Figura 5).

Foram capturados 56 morcegos de cinco espécies em frente a indivíduos floridos de *H. stigonocarpa* na Fazenda Rio Negro e 48 morcegos de quatro espécies no remanescente de cerrado (Tabela 2). As espécies capturadas pertencem à família Phyllostomidae e às subfamílias Stenodermatinae. Na fazenda Rio Negro foram capturadas as espécies *A. jamaicensis*, *A. lituratus*, *P. lineatus* e *S. lillium* (Stenodermatinae) e *G. soricina* (Glossophaginae). No remanescente de cerrado foram capturadas as mesmas espécies com exceção de *S. lillium*. Em ambas as áreas *A. jamaicensis* foi a espécie com maior número de capturas.

Considerando todas as espécies de morcegos, na fazenda Rio Negro houve maior número de capturas após as 2300 h, ao passo que no cerrado o pico de capturas ocorreu entre 2000 e 2100 h. Na fazenda Rio Negro, os morcegos Stenodermatinae foram capturados ao longo de toda a noite, com maior frequência entre 2300 e 0400 h, e os Glossophaginae foram capturados apenas entre 2200 –

0200 h. No cerrado, os Stenodermatinae apresentaram três picos de captura ao longo da noite. Os Glossophaginae apresentaram dois picos (entre 2300 – 0000 h e entre 0200 – 0300 h), porém com menor frequência de capturas que os Stenodermatinae (Figura 6).

Indivíduos de *H. stigonocarpa* com maior número de flores abertas apresentaram maior número de capturas de morcegos ($P = 0,0003$ $N = 9$ $r^2 = 0,86$). O número de flores abertas variou entre três e 318 e o número de morcegos capturados variou entre dois e 20 (Figura 7).

Discussão

O volume médio total de néctar produzido pelas flores de *H. stigonocarpa* por noite foi semelhante ao encontrado para outras espécies quiropterófilas, (Heithaus *et al.* 1974; Helversen 1993; Gribel & Hay 1993). Do mesmo modo, a concentração de solutos nas flores de *H. stigonocarpa* está dentro do esperado para flores quiropterófilas, que é de *ca.* 17% (Helversen 1993).

A produção de néctar por noite em flores de *H. stigonocarpa* é alta quando comparada à taxa de secreção de néctar de flores polinizadas apenas por morcegos Glossophaginae ($150\mu\text{l}\cdot\text{noite}^{-1}$) (Helversen 1993). De forma geral é esperado que flores polinizadas por morcegos não-Glossophaginae, ou mesmo flores generalistas quanto ao tipo de morcego polinizador, apresentem taxas de secreção mais elevadas (Helversen 1993).

Hymenaea stigonocarpa não apresentou variação significativa na concentração de solutos no néctar ao longo da noite, apesar de apresentar uma diminuição na última classe de horário. Em espécies polinizadas por morcegos

existem diferenças quanto ao padrão de variação da concentração do néctar ao longo da noite. Essa pode ser maior no início da noite e decrescer continuamente ao longo do período de antese (Fischer 2000), pode ainda aumentar durante a primeira metade do período de antese e manter-se constante após esse período (Fischer 2000; Sazima & Sazima 1975) ou, aumentar a concentração de solutos ao final da noite (Fischer 2000; Teixeira 2003; Santos 2004; Molina-Freaner *et al.* 2002). Em *H. stigonocarpa* a concentração de açúcares no néctar parece não ser responsável pelo padrão de atividade dos morcegos capturados, tendo em vista que esta característica floral, em alguns casos, pode determinar o comportamento de forrageamento de morcegos nectarívoros com respeito à escolha das flores visitadas ao longo da noite e à frequência de visitas a essas flores (Fleming 1992; Howell 1979).

Em flores de *H. stigonocarpa* na fazenda Rio Negro houve relação positiva entre o peso seco da flor e a taxa de secreção do néctar. Entretanto, não houve efeito do diâmetro do disco nectarífero e a quantidade de néctar produzido por ela. Isto indica que flores maiores (maior peso seco) produzem mais néctar, mas que o diâmetro do disco nectarífero não é uma medida adequada para representar o tamanho da flor. Em *Passiflora coccinea*, o diâmetro da base da corola parece fortemente relacionada à taxa de secreção de néctar (Fischer & Leal, no prelo). A taxa de secreção de néctar variou positivamente em função do diâmetro das flores quiropterófilas de *Couepia longipendula*, de *Caryocar villosum* (Fischer 2000) e em duas espécies de *Bauhinia* em região de cerrado (Vieira & Fischer 1993). Efeito do tamanho da flor sobre a taxa de secreção de néctar vem sendo encontrado em espécies ornitófilas e quiropterófilas, entretanto, a estrutura floral que revela esta relação pode variar. A relação positiva entre tamanho da flor e produção de néctar

pode resultar em maiores chances de polinização cruzada em flores de menor tamanho, uma vez que os polinizadores teriam que se movimentar mais entre flores diferentes para a obtenção da quantidade diária de néctar necessária à sua manutenção.

As flores de *H. stigonocarpa* produziram maiores volumes de néctar às 2000 h, com decréscimo ao final da noite. Gibbs *et al.* (1999), registraram para esta espécie aumento na produção de néctar acumulado nas primeiras horas após a antese da flor variando de 20 – 110 µl às 1930 h para 50 – 1500 µl às 2100 h. No fragmento de cerrado do presente estudo, as freqüências de captura foram maiores no início da noite correspondendo ao período de maior produção de néctar. Isto evidencia a atividade destes morcegos relacionada à maior disponibilidade deste recurso. Entretanto, na fazenda Rio Negro essa relação foi inversa, tendo havido menor freqüência de capturas de morcegos no início da noite, com um aumento após as 2200 h. Tal diferença poderia sugerir que no Pantanal, os morcegos estejam utilizando outros recursos no início da noite, além do néctar. *Hymenaea stigonocarpa* floresce durante o período chuvoso no qual frutos de espécies quiropterocóricas também podem estar disponíveis (Heithaus *et al.* 1975). Além disso, *H. stigonocarpa* era a única espécie em floração no período do estudo, tornando o néctar um recurso restrito. Como frutos não são recurso renovável ao longo da noite, sua utilização nas primeiras horas da noite poderia ser favorecida. Mesmo os Glossophaginae, morcegos mais especializados no uso de néctar utilizam outras fontes que não o néctar como recurso alimentar em épocas de escassez de flores (Fleming *et al.* 1972).

A espécie de morcego com maior freqüência de capturas em indivíduos de *H. stigonocarpa* foi *A. jamaicensis*. Na fazenda Rio Negro esta espécie de morcego

também foi registrada como a mais freqüente num estudo sobre a comunidade de morcegos desta área (R. Teixeira com. pessoal). Entretanto, o visitante mais freqüente de *Caryocar brasiliense* nesta mesma localidade foi *G. soricina* (Santos 2004). Essa diferença pode ser resultado do fato de o registro de visitas no estudo em *C. brasiliensis* ter sido feito através de observações focais. No remanescente de cerrado, as mesmas quatro espécies de morcegos capturadas nas flores de *H. stigonocarpa* já haviam sido registradas em visita a flores de outras espécies quiropterófilas (Teixeira 2003). Os resultados do presente estudo indicam que, devido à alta freqüência de capturas de *A. jamaicensis* em relação aos demais morcegos, esta espécie deva estar atuando como principal vetor de pólen de *H. stigonocarpa*. Entretanto em outras duas áreas de cerrado brasileiro *G. soricina* foi o visitante mais freqüente das flores desta espécie (Gibbs *et al.* 1999).

As capturas de *G. soricina* em frente aos indivíduos de *H. stigonocarpa* foram baixas nas duas localidades. Esse menor percentual de capturas para esta espécie nectarívora pode estar relacionado ao apurado senso de colocação e eficiente capacidade de manobras em vôo (Helvesen 1993, Tchapka & Dressler 2002) o que pode fazer com que percebam a rede e a evitem. Essa baixa freqüência pode também ser explicada pela presença de morcegos de maior porte (e.g. *Artibeus jamaicensis*), que podem inibir as visitas de *G. soricina* (Fischer 1992).

Os picos de atividade registrados em *H. stigonocarpa* também ocorreram em *Bauhinia pauletia* para morcegos de grande porte os quais iniciaram suas visitas com menor número de indivíduos, aumentando gradativamente a freqüência até as 2130 h (Heithaus *et al.* 1974). Da mesma forma, em *Mabea fistulifera*, os picos de visitaçõ de *A. lituratus* ocorreram entre as 2000 h e 2300 h (Vieira & Carvalho-Okano 1996). Os morcegos podem exibir diferentes estratégias de forrageamento

que dependem da quantidade e da distribuição espacial das flores, além da quantidade e qualidade do néctar e dos diferentes tipos de morcegos que visitam flores (Sazima & Sazima 1978; Fischer 1992; Fleming 1992).

Além dos picos de atividade, houve diferença entre os horários quanto às espécies capturadas em *H. stigonocarpa*. Somente morcegos Stenodermatinae foram capturados nas três primeiras e nas três últimas horas da noite na fazenda Rio Negro, e no cerrado entre 0000 h e 0200 h. Em *Lafoensia glyptocarpa* também houve certo revezamento de espécies nas visitas as suas flores até as 2300 h. Inicialmente recebeu visitas de *G. soricina* (Glossophaginae), depois de *A. lituratus* (Stenodermatinae) e, ao final do período, de *P. lineatus* (Stenodermatinae) (Silva & Peracchi 1999). Por ser o néctar um recurso renovável durante toda a noite, essas diferenças temporais no forrageamento podem ser importantes para reduzir a competição entre os morcegos (Heithaus *et al.* 1975).

O fato de plantas de *H. stigonocarpa* que produziram mais flores na noite apresentarem maior número de capturas indica que são mais visitadas que aquelas com menor número de flores. Isso pode sugerir que a maior disponibilidade de recurso concentrado em manchas diminui o gasto energético dos morcegos durante as visitas, tornando o forrageio mais eficiente (Helvesen & Winter 2003).

Conclusões

Flores de *H. stigonocarpa* produzem maior quantidade de néctar no início da noite diminuindo sua produção ao longo da noite, entretanto, a concentração de solutos não varia significativamente ao longo do período. Assim, o que parece afetar a variação na frequência de capturas dos morcegos neste estudo é o volume e não a concentração de solutos no néctar. Além disso, plantas com mais flores parecem atrair maior número de morcegos visitantes, talvez por oferecerem maior quantidade de recursos.

Houve relação positiva entre a taxa de secreção do néctar com o peso seco da flor em uma das localidades estudadas, sugerindo que flores maiores produzem mais néctar. Entretanto, a medida de diâmetro do disco nectarífero não afetou a produção de néctar na flor, indicando que outras variáveis de tamanho (e.g. profundidade do hipanto) poderiam explicar melhor a variação na taxa de secreção do néctar em função do tamanho da flor.

Artibeus jamaicensis foi capturado com maior frequência que as outras espécies de morcegos, podendo ser considerado principal vetor de pólen das flores de *H. stigonocarpa*.

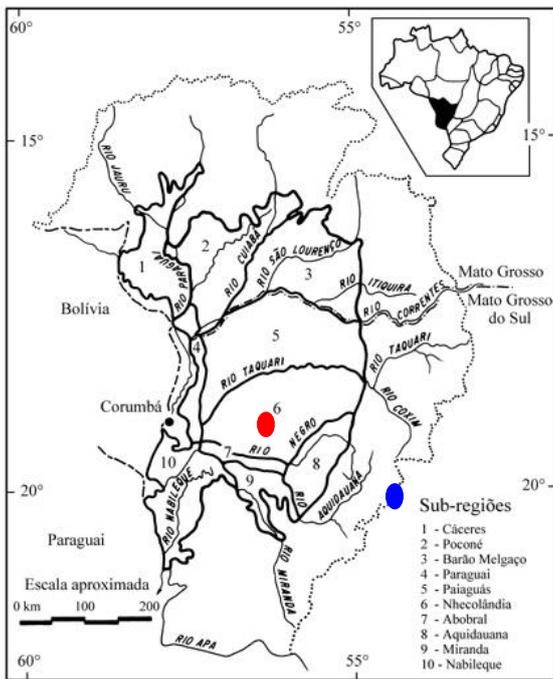
Referências Bibliográficas

- Adamoli, J. 1984. **Fitogeografia do Pantanal**. Anais do 1º Simpósio sobre recursos naturais e socioeconômicos do Pantanal. **EMBRAPA, Ministério da Agricultura, Brasília.**
- Aizen, M. & Basilio, A. 1998. Sex differentiation nectar secretion in protandrous *Alstroemeria aurea* (Alstroemeriaceae): is production altered by pollen removal and receipt? *American Journal of Botany* 85(2): 245-252.
- Almeida, S.P.; Proença, C.E.B.; Sano, S.M. & Ribeiro, J.F. 1998. Cerrado: Espécies vegetais úteis. Planaltina: **EMBRAPA-CPAC.**
- Arroyo, M.T.K. 1981. Breeding systems and pollination biology in Leguminosae. Polhill, R.M. & Raven, P.H. (eds.). *Advances in legume systematics*. Royal Botanical Gardens, Kew.
- Dafni, A. 1992. *Pollination ecology : A practical approach*. IRL/OUP. Oxford. 250p.
- Eisenberger, J.F. & Redford, K.H. 1999. *Mammals of the Neotropics: the Northern Neotropics, Ecuador, Peru, Bolivia, Brazil*. Vol. 3, Univ. Chicago Press, Chicago, 609p.
- Eiten, G. 1979. Formas fisionômicas do Cerrado. *Revista Brasileira de Botânica* 2: 139-148.
- Embrapa-cnpgc.1985. *Boletim Agrometeorológico*. Campo Grande, MS.
- Faegri, K. & van der Pijl, L. 1971. *The principles of pollination ecology*. Pergamon Press. Nova York.
- Fernandes, A. & Bezerra, P. 1990. *Estudo Fitogeográfico do Brasil*. Stylus Comunicações. Fortaleza.

- Fischer, E.A. 2000. Polinização por morcegos Glossophaginae versus Phyllostominae em florestas de terra firme na Amazônia Central. Tese de doutorado. Universidade Estadual de Campinas, Campinas.
- Fischer, E.A. & Leal, I.R. 2007. Effect of nectar secretion rate on pollination success of *Passiflora coccinea* (Passifloraceae) in the Central Amazon. *Brazilian Journal of Biology* 67(1) (no prelo).
- Fischer, E.A. 1992. Foraging of nectarivorous bats on *Bauhinia unguolata*. *Biotropica* 24(1): 579-582.
- Fleming, T.H. 1992. How fruit and nectar feeding birds and mammals track their food resources? *In*: M. D. Hunter, T. Ohgushi & P. W. Price (eds.) *Effects of resource distribution on animal-plant interactions*. Academic Press. New York.
- Fleming, T.H.; Hooper, E.T. & Wilson, D.E. 1972. Three Central American bat communities: structure, reproductive cycles and movement patterns. *Ecology* 53: 555-569.
- Gibbs, P.E.; Oliveira, P.E. & Bianchi, M.B. 1999. Postzygotic control of selfing in *Hymenaea stigonocarpa* (Leguminosae-Caesalpinioideae), a bat-pollinated tree of the Brazilian cerrados. *International Journal of Plant Science* 160(1): 72-78.
- Gribel, R. & Hay, J.D. 1993. Pollination ecology of *Caryocar brasiliense* (Cariocaraceae) in Central Brazil cerrado vegetation. *Journal of Tropical Ecology* 9: 199-211.
- 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.

- Heithaus, E.R; Opler, P.A. & Baker, H.G. 1974. Bat activity and pollination of *Bauhinia pauletia*: plant-pollinator coevolution. *Ecology* 55: 412-419.
- Helversen, O. & Winter, Y. 2003. Glossophaginae bats and their flowers: cost and benefits for plants and pollinators. In: T.H Kunz, & M.B. Fenton, (eds). *Bat Ecology*. The University of Chicago Press.
- Helversen, O. 1993. Adaptations of flowers to the pollination by Glossophaginae bats. In: W. Bartholott, C.M. Naumann, K. Schmidt-Loske and K.L. Schuchmann (eds.). *Animal-plant Interactions in Tropical Environment*, Bonn, Germany: Annual Meeting of German Society for Tropical Ecology held at Bonn, Zoologisches Forschungsinstitut and Museum Alexander Koenig. p. 41-59.
- Howell, D.J. 1979. Flock foraging in nectar-feeding bats: advantages to the bats and to the host plants. *American Naturalist* 114: 23-49.
- Koopman, K. F. 1993. Order Chiroptera. Pp137-241. In: Wilson, D. E. & Reeder, D. M. (eds.). *Mammals species of the world, a taxonomic and geographic reference*. 2 ed. Smithsonian Institution Press, Washington, 1207pp.
- Köppen, W. 1948. *Climatologia*. Fundo de Cultura Econômica. Buenos Aires. Trad. de Guendriss du Klimakunde. 1923.
- Lee, Y. & Langenheim, J.H. 1975. Systematics of the genus *Hymenaea* L. (Leguminosae, Caesalpinioidea, Detarieae). University of California Press. Berkeley.
- Mitchell, R.J. & Waser, N.M. 1992. Adaptive significance of *Ipomopsis aggregata* nectar production: pollination success of single flowers. *Ecology* 73: 633-638.

- Molina-Freaner, F.; Rojas-Martinez, A.; Fleming, T.H. & Valiente-Banuet, A. 2002. Pollination biology of columnar cactus *Pachycereus pecten-aboriginum* in north-western México. *Journal of Arid Environments*.
- Norwak, R. M., 1991. Walker's mammals of the world. 5a. Ed., Baltimore. The Johns Hopkins University Press. 1614p.
- Pott, A. & Pott, V.J. 1994. Plantas do pantanal. Embrapa-SPI. Corumbá, MS. 320p
- Santos, C.F. 2004. Produção de néctar e visitas de morcegos a *Caryocar brasiliense* no Pantanal da Nhecolândia. Tese de mestrado. Universidade Federal de Mato Grosso do Sul, Campo Grande.
- Sazima, M. & Sazima, I. 1978. Bat pollination of the Passion flower, *Passiflora mucronata*, in Southeastern Brazil. *Biotropica* 10: 100-109.
- Sazima, M. & Sazima, I., 1975. Quiropterofilia em *Lafoensia pacari* (Lythraceae) na Serra do Cipó, Minas Gerais. *Ciência e Cultura* 27: 405-416.
- Silva, S.S.P. & Peracchi, A.L. 1999. Visits of bats to flowers of *Lafoensia glyptocarpa* Koehne(Lythraceae). *Revista Brasileira de Biologia* 59(1): 19-22.
- Teixeira, R.C. 2003. Forrageamento de morcegos Phyllostomidae em espécies quiropterófilas de remanescente urbano de cerrado, Mato Grosso do Sul. Tese de mestrado. Universidade Federal de Mato Grosso do Sul, Campo Grande.
- Tschapka, M. & Dressler, S. 2002. Chiropterophily: on bat-flowers and flower bats. Royal Botanical Garden.
- Vieira, E. M. & Fischer, E. A. 1993. The relation between flowers size and néctar production in *Bauhinia*. *In: Abstracts of the Association for Tropical Biology Annual Meeting*.
- Vieira, M.F. & Carvalho-Okano, R.M. 1996. Pollination biology of *Mabea fistulifera* (Euphorbiaceae) in Southeastern Brazil. *Biotropica*. 28: 61-68



A



B



C

Figura 1. (A) Mapa mostrando a localização da fazenda Rio Negro (marcação vermelha) Pantanal da Nhecolândia, e do fragmento urbano de cerrado (marcação azul), Campo Grande, Mato Grosso do Sul. Vista aérea da fazenda Rio Negro (B) e do fragmento urbano de cerrado (C).



Figura 2. Flor de *Hymenaea stigonocarpa* (Leguminosae-Caesalpinioideae) com seta apontando o disco nectarífero.

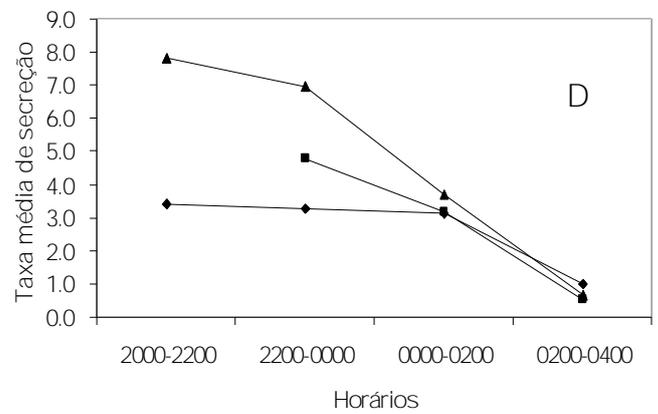
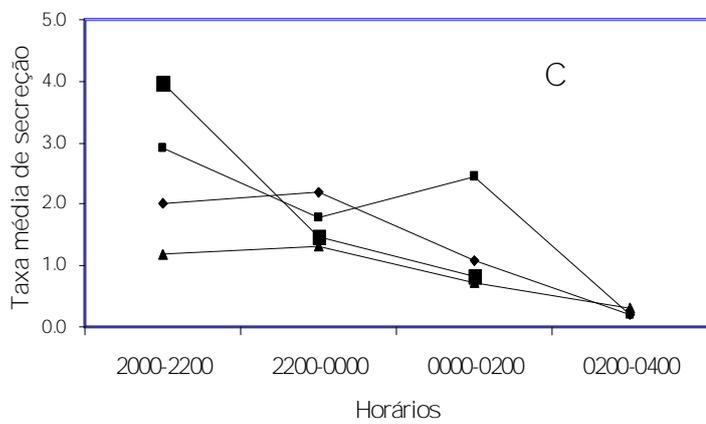
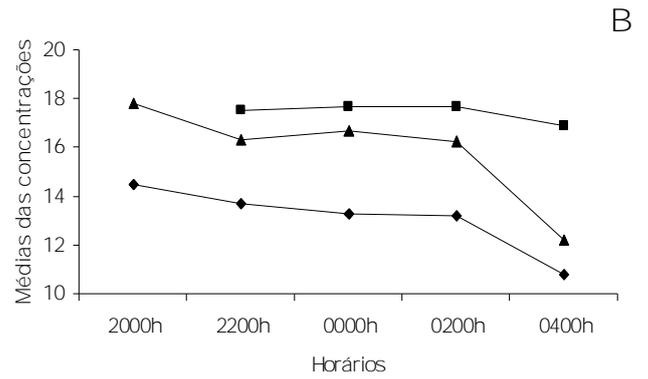
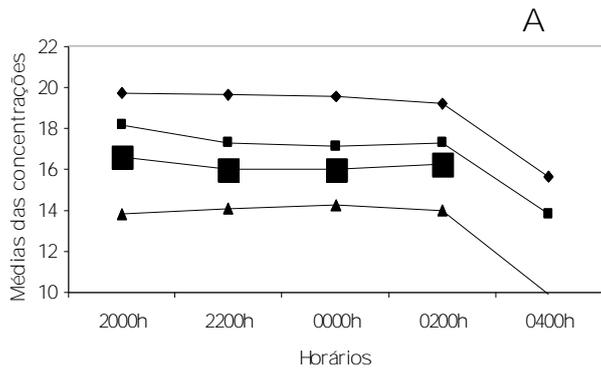
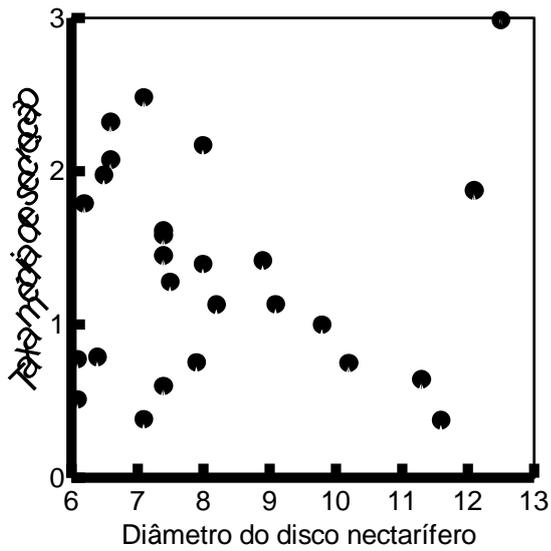
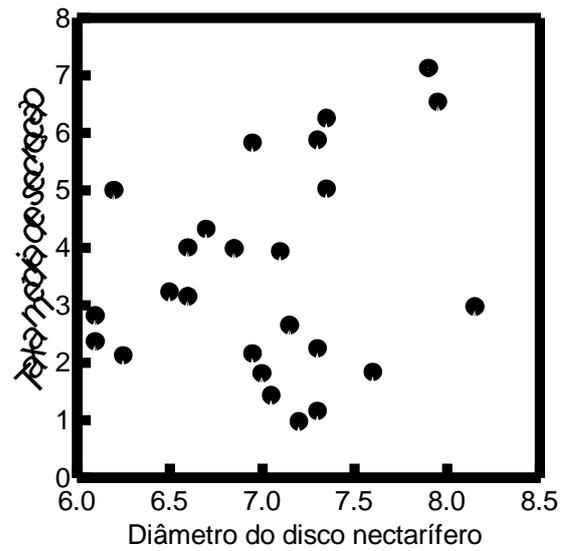


Figura 3. Média das concentrações de solutos no néctar (%) e média das taxas de secreção do néctar ($\mu\text{l}/\text{min}$) ao longo da noite em flores de *Hymenaea stigonocarpa* (Leguminosae-Caesalpinioideae) na fazenda Rio Negro, Pantanal da Nhecolândia (A e C), e em remanescente de cerrado, Campo Grande (B e D), Mato Grosso do Sul.



A



B

Figura 4. Variação da taxa média de secreção de néctar ($\mu\text{l}/\text{min}$) em função do diâmetro do disco nectarífero (mm) em flores de *Hymenaea stigonocarpa* (Leguminosae-Caesalpinioideae) na Fazenda Rio Negro (A), Pantanal da Nhecolândia, e em remanescente de cerrado (B), Campo Grande, Mato Grosso do Sul.

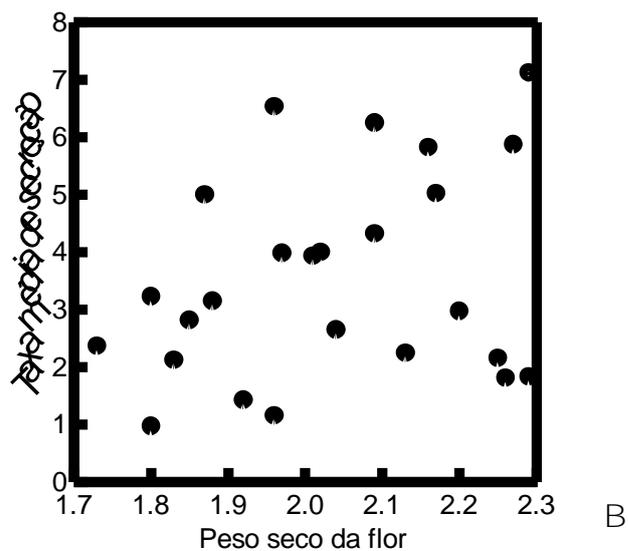
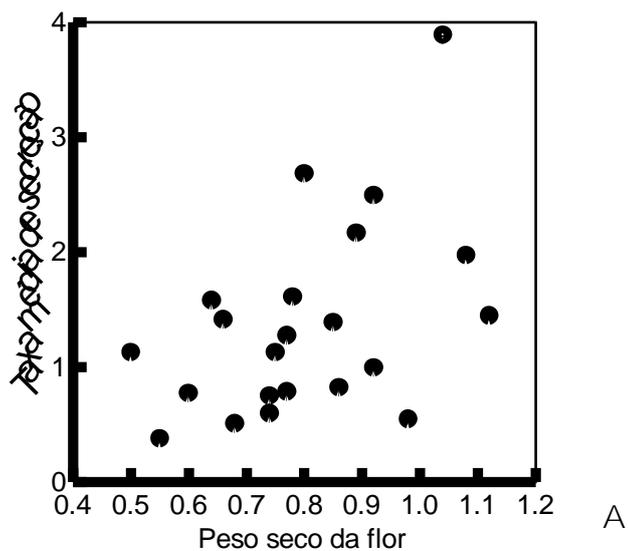


Figura 5. Variação da taxa média de secreção de néctar ($\mu\text{l}/\text{min}$) em função do peso seco (g) em flores de *Hymenaea stigonocarpa* (Leguminosae-Caesalpinioideae) na fazenda Rio Negro (A), Pantanal da Nhecolândia, e em remanescente de cerrado (B), Campo Grande, Mato Grosso do Sul.

<http://www.pdf4free.com>

PDF Creator - PDF4Free v2.0

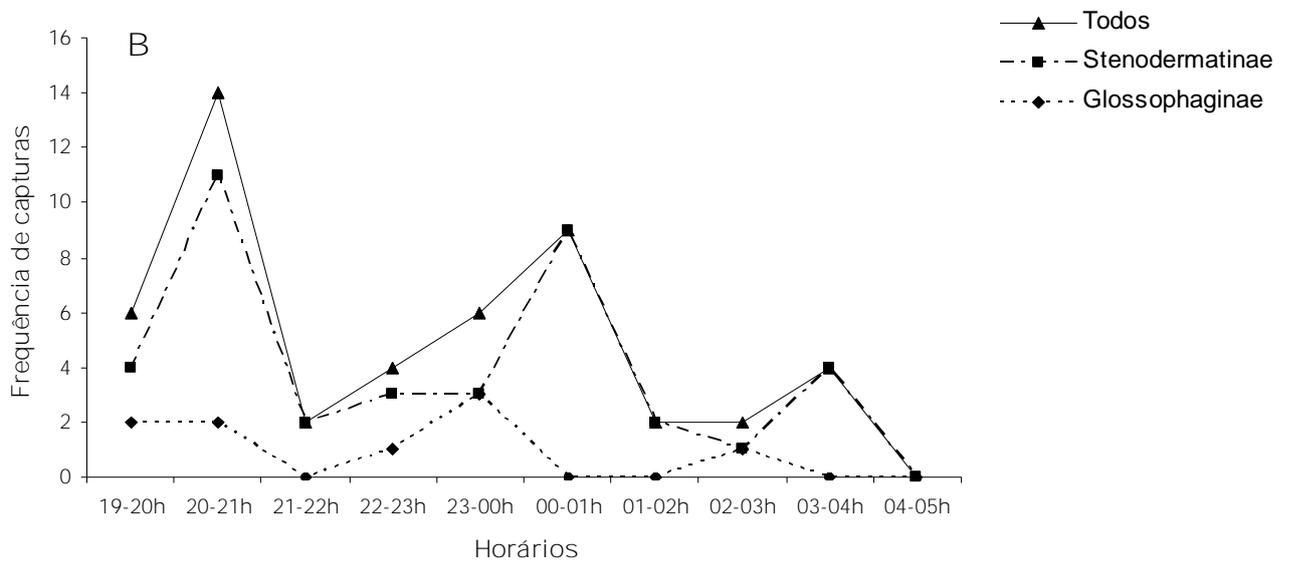
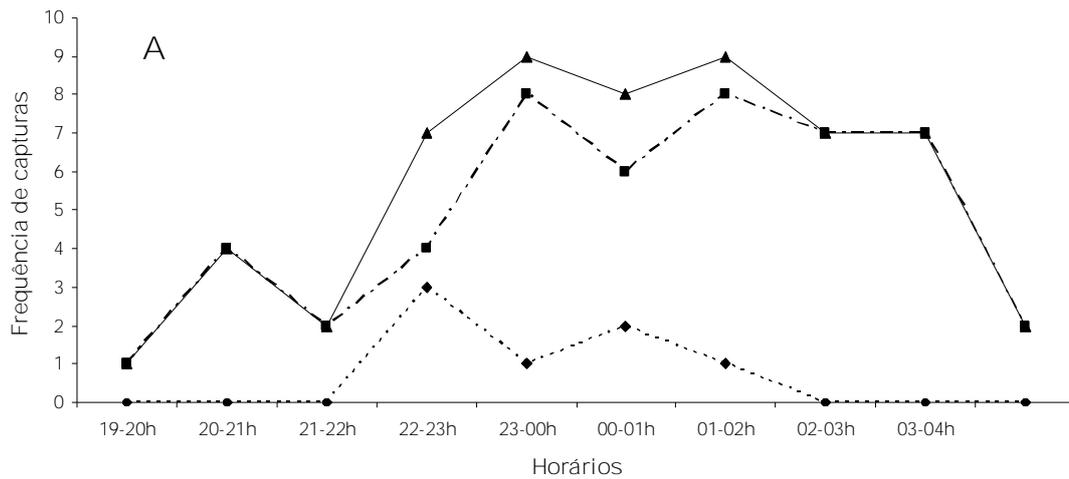


Figura 6. Frequência de capturas das espécies de morcegos em frente às flores de *Hymenaea stigonocarpa* (Leguminosae-Caesalpinioideae) ao longo da noite na Fazenda Rio Negro Pantanal da Nhecolândia (A), e no remanescente de cerrado, município de Campo Grande (B), Mato Grosso do Sul.

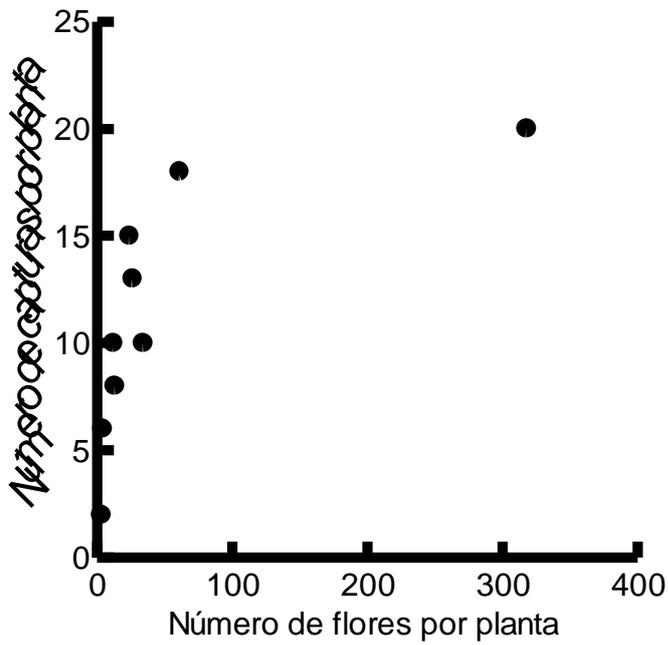


Figura 7. Relação entre o número de capturas de morcegos em visita as plantas de *Hymenaea stigonocarpa* (Leguminosae-Caesalpinioideae) e o número de flores abertas por noite por planta, na fazenda Rio Negro no Pantanal da Nhecolândia, e no remanescente de cerrado em Campo Grande, Mato Grosso do Sul.

Tabela 1. Volumes médios, médias das concentrações de solutos e taxas médias de secreção de néctar registradas ao longo da noite em flores de *Hymenaea stigonocarpa* (Leguminosae-Caesalpinioideae) na Fazenda Rio Negro (FRN), Pantanal da Nhecolândia e em remanescente de cerrado (CER) em Campo Grande, Mato Grosso do Sul.

| Local | Horário | Volume médio (µl) ± desvio padrão | Concentração média (%) ± desvio padrão | Taxa secreção média (µl.min ⁻¹) ± desvio padrão |
|--------------|----------------|-----------------------------------|----------------------------------------|-------------------------------------------------------------|
| FRN (N = 28) | 2000 | 352,34 ± 320,88 | 17,11 ± 2,55 | 2,52 ± 1,19 |
| | 2200 | 281,32 ± 126,98 | 16,75 ± 2,35 | 1,69 ± 0,38 |
| | 0000 | 199,05 ± 48,80 | 16,72 ± 2,23 | 1,26 ± 0,80 |
| | 0200 | 147,81 ± 97,08 | 16,68 ± 2,19 | 0,24 ± 0,06 |
| | 0400 | 31,32 ± 6,73 | 13,14 ± 2,93 | - |
| | Total da noite | 211,37 ± 183,46 | 16,23 ± 2,55 | 1,51 ± 1,07 |
| CER (N = 25) | 2000 | 786,05 ± 151,26 | 16,13 ± 2,38 | 5,59 ± 3,11 |
| | 2200 | 591,29 ± 257,64 | 15,81 ± 1,96 | 5,00 ± 1,87 |
| | 0000 | 530,68 ± 284,29 | 15,83 ± 2,31 | 3,32 ± 0,31 |
| | 0200 | 386,82 ± 46,30 | 15,69 ± 2,27 | 0,74 ± 0,24 |
| | 0400 | 82,33 ± 27,50 | 13,30 ± 3,19 | - |
| | Total da noite | 453,25 ± 283,62 | 15,3 ± 2,32 | 3,49 ± 2,36 |

Tabela 2 – Número de morcegos Phyllostomidae capturados ao longo da noite diante de seis indivíduos de *Hymenaea stigonocarpa* (Leguminosae-Caesalpinioideae) na fazenda Rio Negro (FRN), Pantanal da Nhecolândia e de quatro indivíduos no remanescente de cerrado (CER), Campo Grande, Mato Grosso do Sul.

| Subfamília | Espécie | FRN | CER |
|-----------------|------------------------------|-----------|-----------|
| | <i>Artibeus jamaicensis</i> | 42 | 21 |
| Stenodermatinae | <i>Artibeus lituratus</i> | 01 | 09 |
| | <i>Platyrrhinus lineatus</i> | 04 | 09 |
| | <i>Sturnira lillium</i> | 02 | - |
| Glossophaginae | <i>Glossophaga soricina</i> | 07 | 09 |
| | Total | 56 | 48 |