



IARA ROBERTA DE AZEVEDO NIERO

**INTERAÇÃO ALIMENTAR ENTRE PALMEIRAS, BESOUROS BRUQUÍNEOS E
ARARA-AZUL NO PANTANAL DO MIRANDA, MS**

CAMPINAS, 2014



UNIVERSIDADE ESTADUAL DE CAMPINAS
INSTITUTO DE BIOLOGIA
PROGRAMA DE PÓS-GRADUAÇÃO EM ECOLOGIA



IARA ROBERTA DE AZEVEDO NIERO

**INTERAÇÃO ALIMENTAR ENTRE PALMEIRAS, BESOUCOS BRUQUÍNEOS E
ARARA-AZUL NO PANTANAL DO MIRANDA, MS**

Este exemplar corresponde à redação final
da tese defendida pelo(a) candidato (a)
IARA ROBERTA DE AZEVEDO NIERO
• aprovada pela Comissão Julgadora.

A handwritten signature in blue ink, appearing to read "Wesley R. Silva".

Dissertação apresentada ao Instituto de
Biologia da Universidade Estadual de
Campinas como parte dos requisitos
exigidos para a obtenção do Título de
Mestre em Ecologia

ORIENTADOR: Prof. Dr. Wesley Rodrigues Silva

CAMPINAS, 2014

Ficha catalográfica
Universidade Estadual de Campinas
Biblioteca do Instituto de Biologia
Mara Janaina de Oliveira - CRB 8/6972

Az25i Azevedo-Niero, Iara Roberta, 1987-
Interação alimentar entre palmeiras, besouros bruquíneos e arara-azul no Pantanal do Miranda, MS / Iara Roberta de Azevedo Niero. – Campinas, SP : [s.n.], 2014.

Orientador: Wesley Rodrigues Silva.
Dissertação (mestrado) – Universidade Estadual de Campinas, Instituto de Biologia.

1. Anodorhynchus hyacinthinus. 2. Predação de sementes. 3. Coleoptera. I. Silva, Wesley Rodrigues, 1955-. II. Universidade Estadual de Campinas. Instituto de Biologia. III. Título.

Informações para Biblioteca Digital

Título em outro idioma: Food interaction between palms, bruchine beetles and Hyacinth macaw in the Pantanal of Miranda, MS

Palavras-chave em inglês:

Anodorhynchus hyacinthinus
Seed predation
Coleoptera

Área de concentração: Ecologia

Titulação: Mestra em Ecologia

Banca examinadora:

Wesley Rodrigues Silva [Orientador]
Marco Aurelio Pizo Ferreira
Neiva Maria Robaldo Guedes

Data de defesa: 20-02-2014

Programa de Pós-Graduação: Ecologia

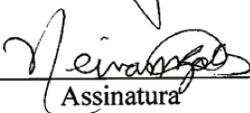
Campinas, 20 de fevereiro de 2014

BANCA EXAMINADORA

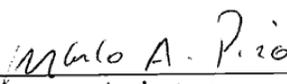
Prof. Dr. Wesley Rodrigues Silva (orientador)


Assinatura

Profa. Dra. Neiva Maria Robaldo Guedes


Assinatura

Prof. Dr. Marco Aurelio Pizo Ferreira


Assinatura

Prof. Dr. Paulo Sergio Moreira Carvalho De Oliveira

Assinatura

Prof. Dr. Joao Vasconcellos Neto

Assinatura

RESUMO

Araras-azuis (*Anodorhynchus hyacinthinus*) são especialistas alimentares, sendo que a população que ocorre no Pantanal se alimenta prioritariamente do endosperma de sementes de acuri (*Attalea phalerata*) e bocaiuva (*Acrocomia aculeata*). Mesmo considerando o alto valor nutricional e energético das sementes, estudos apontam que araras-azuis passariam por períodos de déficit proteico durante o período de muda de penas e oviposição. É comum as araras-azuis se alimentarem destes itens no solo, onde também ocorre a predação dessas sementes por larvas de besouros bruquíneos, do gênero *Pachymerus*. Tais larvas são três vezes mais proteicas que o endosperma das sementes. Considerando a possibilidade de araras-azuis, ao se alimentarem no solo, se depararem com sementes já predadas por larvas de besouro, e tendo em vista algumas variações que seu alimento pode apresentar no ambiente, o intuito deste trabalho foi estudar seleção e preferências alimentares das araras-azuis em relação à oferta de alimento, além de averiguar se as larvas de besouro são utilizadas em sua dieta. As sementes de acuri e bocaiuva estão disponíveis às araras-azuis durante todo o ano. O período seco apresentou maior proporção de sementes predadas por bruquíneos do que o período úmido, para as duas espécies de palmeiras. Áreas fechadas tiveram mais sementes predadas por bruquíneos do que áreas abertas, com exceção às sementes de acuris no período seco, quando a predação foi semelhante. Independentemente da espécie da palmeira, da área, ou do período, sementes coletadas sem exocarpo estavam mais predadas por bruquíneos do que sementes com exocarpo, e sementes velhas mais predadas por bruquíneos que as novas. Sementes que continham larvas de besouro possuíam tamanhos semelhantes, porém eram mais leves do que as que não continham. Araras-azuis selecionaram sementes com quatro e cinco lóculos e preferiram sementes sem exocarpo, mas não apresentaram preferências entre sementes com e sem larvas de bruquíneo. Aparentemente as araras-azuis não expeliram ou rejeitaram larvas encontradas nas sementes. Restos de larvas não foram encontrados após inspeção dos locais onde ocorreram os experimentos. Considerando que um indivíduo cativo ingeriu larvas, é possível inferir que araras de vida-livre podem ingerir larvas de bruquíneo quando as encontram. Mesmo sendo especialistas, araras-azuis exibem preferências por determinados itens alimentares. A preferência por sementes sem exocarpo corrobora estudos anteriores, que demonstraram menor tempo de manipulação, mas também há maior probabilidade de predação por larvas de bruquíneo nestas

sementes. Araras-azuis podem não saber discriminar entre sementes com e sem larvas de bruquíneo ou apenas podem não preferir uma em detrimento da outra. Sementes com mais lóculos talvez otimizem o aporte energético do endosperma em relação ao custo para quebrá-las, ou ainda favoreçam a chance de encontro de larvas de bruquíneo contra sementes com menos lóculos. Alimentar-se de sementes no solo pode representar um aporte adicional de proteína às araras, especialmente durante o período seco, e enquanto as larvas de bruquíneos se desenvolvem em adultos. Esta estratégia representaria uma adaptação alimentar importante para a arara-azul no Pantanal, suprimindo uma dieta proteica previsível no tempo e no espaço, e reduzindo os riscos de períodos de deficiência nutricional.

ABSTRACT

Hyacinth macaws (*Anodorhynchus hyacinthinus*) are food specialists and the population that occurs in the Pantanal feeds mainly on the endosperm of acuri (*Attalea phalerata*) and bocaiúva (*Acrocomia aculeata*). Even considering the high values of energy and nutrients of those seeds, studies suggest that Hyacinth macaws undergo periods with lack of protein during moult and oviposition. Hyacinth macaws regularly feed on seeds on the ground, where Bruchinae beetle larvae of the genus *Pachymerus* also attack the seeds. Those larvae have three times more protein than the endosperm of the seeds. Considering that Hyacinth macaws can find seeds attacked by larvae while feeding on the ground, as well as some variations their food may present in the habitat, the aim of this work was to study the food selection and dietary preferences of the Hyacinth macaws in relation to their food supply, and to verify whether bruchid larvae are part of their diet. Acuri and bocaiuva seeds are available to macaws throughout the year. For both palm species, the dry period showed a higher proportion of seeds attacked by bruchids than the wet period. Forested areas had more seeds attacked by bruchids than open areas, except for acuris during the dry season, when predation was similar. Regardless of the kind of seed, area, or period, seeds collected without exocarp were more predated by bruchids than seeds with exocarp, and old seeds most predated than new ones. Seeds containing bruchid larvae showed similar size and lighter weight than those not containing. Hyacinth macaws selected seeds with four and five locules and preferred seeds without exocarp, but showed no preference between seeds with and without larvae. Seemingly, Hyacinth macaws not expelled or rejected larvae found in the seeds. Remains of larvae were not found after inspection of the sites where the experiments occurred. Since a captive Hyacinth macaw ingested larvae, it is possible to infer that the free-living ones can also ingest them. Even being food specialists, Hyacinth macaws exhibit preferences for certain food items. The preference for seeds without exocarp supports previous studies that demonstrate less handling time, but also higher probability of predation by bruchid larvae for those seeds. Hyacinth macaws may not be able to distinguish between seeds with and without bruchid larvae or may just not prefer one to the other. Seeds with more loci may optimize the energy intake by the endosperm regarding the costs to break it, or even favor the chance of encountering bruchid larvae against seeds with less locules. Feeding on seeds on the ground may represent an extra intake of protein to Hyacinth macaws, especially during the dry season, while bruchid larvae

undergo their development into adults. This strategy would represent an important feeding adaptation to Hyacinth macaw in the Pantanal, providing a predictable protein diet in time and space, and reducing the risk of periods of nutritional deficiency.

SUMÁRIO

Dedicatória	xiii
Agradecimentos	xv
Epígrafe	xxi
Introdução	1
Objetivo Geral	6
Objetivos Específicos	6
Material e Métodos	7
Resultados	24
Discussão	35
Referências Bibliográficas	42

DEDICADO

Ao vô Naldo,
aquele que primeiro me ensinou a amar as aves,
e que com sua história das rolinhas (ou do jacu)
me introduziu aos conceitos mais nobres da conservação.

AGRADECIMENTOS

À Deus por ter me dado a vida e a curiosidade pra entender, questionar e buscar as razões nas vidas.

Aos meus tutores, professores e grandes mestres. Agradeço imensamente ao Wesley pela orientação recheada de ensinamentos, dedicada, direcionada, e cheia de risadas. Por sempre me deixar com a certeza e a tranquilidade de que tudo daria certo. E, principalmente, por depositar confiança em mim e nas minhas ideias.

Agradeço à professora Elza Guimarães. Por sempre acreditar em meu potencial. Por me fazer buscar ao meu coração, mais do que somente às plantas. Porque sem aqueles ensinamentos do Pantanal, nada disso teria acontecido.

Agradeço à professora Yuri Yanagizawa, por ter se dedicado a estudar Ecologia comigo. Por me fazer perceber que escrever é mais bonito do que parece, e que as Ciências todas são interessantes.

Agradeço ao professor Gilson Volpato, responsável por me direcionar à carreira acadêmica e por me direcionar à construção de redações mais lógicas.

Agradeço aos professores da qualificação (a que deu certo), em especial à Cecília Amaral que me deu esperanças quanto ao meu potencial em ser professora um dia.

Agradeço aos professores André Freitas (Baku) e João Vasconcellos Neto pelas indicações de trabalhos e norteio com o assunto dos besouros. Também agradeço ao professor Carlos Fernando pelas orientações e trabalho durante o PED.

Não poderia deixar de agradecer aos professores doutores que acreditaram na minha falta de potencial para biologia, pois me proporcionaram impulso e forças descomuns, além de dedicação e disciplina para provar o contrário.

Sou muito grata a todos os professores e monitores de disciplinas as quais participei, em especial àqueles da disciplina de Ecologia de Campo, por me mostrarem que é possível trabalhar sob pressão e se divertir ao mesmo tempo.

Agradeço à professora Raquel, mãe da Ileyne, por me ajudar com o inglês, sempre com aquele sorriso no rosto, independente que sejam 10h ou 2h da manhã.

Sou muitíssimo grata à Neiva Guedes por abrir as portas do Projeto Arara Azul à minha pesquisa. Para tanto agradeço ao Instituto Arara Azul pelo apoio na coleta de dados, aos patrocinadores Fundação Toyota do Brasil, Universidade Anhanguera-Uniderp, Refúgio Ecológico Caiman e Bradesco Capitalização.

Agradeço a todos os funcionários da Caiman, em especial à minhas assistentes de campo mirins favoritas, Milena, Lara, Ellen, Jenifer e todas as crianças que alegravam meus dias quando as araras resolviam não aparecer; às queridas dona Neyra, professora Rose e dona Bete pelos inúmeros tererés e aprendizados compartilhados; à minha solem querida Ana Paula por todo o carinho e companhia.

Agradeço a todos os funcionários da Unicamp, em especial à Célia por estar sempre presente e preocupada com que tudo dê certo.

Agradeço à CNPq pela bolsa concedida.

Aos amigos, serei sempre grata. São tantos os que participaram de modo direto e indireto da minha construção pessoal e da construção desse mestrado, que espero não me esquecer de agradecer de ninguém!

Começando lá do início em 2010, aos amigos que me ajudaram a estudar para o ingresso no mestrado, agradeço ao Mastroneli, ao Mateus (o mãe), à Carla (Pi), ao Fabrício (Malaco), e às meninas do lab (Dani, Carol, Camila e Jana). À Bibi pela presença fundamental antes da prova com aquela tranquilidade travestida de pedaço de bolo de cenoura e o exercício de taijiquan mais efetivo da minha vida.

Agradeço às parceiras catadoras de coquinhos, Jana e Dani, por todo apoio incondicional dedicado ao meu trabalho e à minha formação.

Aos colegas de campo, sou muito grata por ter compartilhado grandes momentos com Douglas, Bia e João, Kéfany, Jaice, Edson, Grace. Agradeço à Fernanda e sua família por ter me recebido tantas vezes em sua casa.

Agradeço ao Cezar de coração por todo o apoio concedido no campo, e à toda sua família por terem me recebido inúmeras vezes em sua casa.

Agradeço à Fabi sair comigo catando coquinho, fotografando passarinho, tomando banho de chuva, “espantando” onças, mas também pela amizade e pela confiança em todos esses e muitos outros momentos.

Agradeço à Daphne por ter sido mais do que parceira de campo, por ser minha confidente e amiga incrível, independente de qualquer distância. E por ter dado o meu nome a uma arara-azul, agradeço emocionada a essa linda homenagem.

Agradeço ao meu amigo da onça, Diogo Lucatelli, pelas muitas ajudas com informações pantaneiras.

À todos aqueles com quem tive privilégio de dividir um teto e uma boa amizade em Barão, sou muito grata à Kural, à Laura e toda galera dos republicanos que trouxeram alegria aos meus dias de rotina.

Agradeço à Karina por sempre me ouvir, me dar todo apoio, ensinamentos, dicas, sábias palavras em momentos decisivos, e também por ter me apresentado à querida Tica.

Agradeço à minha hermanita Nili, por ter me recebido tantas vezes em sua casa com arepas e um café colombiano quentinho. Pelas palavras de conforto e crítica, e pela maravilhosa revisão de texto, que fizeram toda a diferença nesse trabalho e na minha vida, mesmo à distância dos quilômetros e dos idiomas.

Agradeço à Carol por todos os momentos felizes, de viagens e comilança, mas também por deixar compartilhar minhas tristezas e dúvidas e me dar apoio para que eu pudesse seguir em frente.

Agradeço à Ileyne por tantas coisas que seria impossível numerar, mas aqui cabe agradecer todo o tempo e teimosia dedicados a resolver minhas piores dificuldades do mestrado. Meu trabalho não existiria se não tivesse tido todo seu apoio e ajuda.

À todos os amigos que estiveram presentes “nas boas e nas más”, me apoiando durante as qualificações, agradeço à Jana, Karina, Nili, Gabi Monteiro, Rachel, Hélio, Ileyne, e à Tina por aquele abraço reconfortante. Também agradeço ao Cris por aquela conversa que me abriu os olhos a tanta coisa.

Agradeço ao Macuco e à Pérola por alegrarem dias difíceis, e ao Patrick e a Elizabeth por me incluírem em momentos que mudaram meus rumos.

Às ajudas fundamentais em estatística, agradeço àqueles que me fizeram ver que ela não é tão difícil quanto imaginava, em especial ao Sebá e à Ana Z. (que também me apoiou e me ensinou tanto desde o curso de campo).

Agradeço a todos os amigos que estiveram presentes na minha defesa, me dando confiança e carinho em um momento tão importante e maravilhoso pra eu divulgar todo esse trabalho. Agradeço a todos os amigos que me rechearam de felicitações e comemoraram comigo, mesmo à distância, os méritos dessa etapa.

À minha família, àqueles a quem agradeço e dedico. Não poderia citar todos, a família é enorme! Mas agradeço em especial à vó Dirce, quem me acolheu durante os estudos para ingressar no mestrado. À vó Maria, ao vô Naldo, à tia Stela e ao Carlão que me acolheram no meu ano sem moradia e me aguentaram na fase final do mestrado. À Larissa por ficar na torcida, e à tia Márcia por me alimentar com pães caseiros deliciosos quando eu me trancava a trabalhar. Ao Pedro por me deixar compartilhar minha história de vida, tão parecida com a sua que se inicia. À Mylena, Mayara e Luciana por me fazerem rir enquanto eu queria esquecer o computador e transformar nossa casa em uma sauna. Agradeço a todos que entenderam minhas ausências e suportaram minhas presenças de muito estresse.

Agradeço ao João e à Lulu que compareceram à minha defesa, e à Ingrid que veio desde tão longe e numa viagem tão mais longa, só pra me certificar que sempre está presente nos momentos mais importantes da minha vida.

Aos meus pais, agradeço por toda a educação que me deram e continuam me dando. É a herança mais rica que alguém poderia almejar. Agradeço por serem os pais compreensivos que todo pós-graduando deseja ter, por saberem que a construção de uma carreira não se faz da noite para o dia.

Ao meu irmão, agradeço simplesmente o fato de você existir e fazer parte de todos os momentos da minha vida desde que nasci, inclusive de mais essa etapa.

Ao Agustín Zarco, agradeço por, mesmo distante milhares de quilômetros, preencher com amor e esperança desde meus dias solitários no Pantanal até os de depressão e estresse, de alegrias e êxitos. Agradeço toda a ajuda, apoio, companheirismo, risadas, aprendizados, revisões de texto, traduções portuñolescas, ideias filosóficas de redação científica, a toda, toda ajuda com estatística, e por simplesmente estar ao meu “lado” em todos os momentos.

Por fim, serei eternamente grata às araras-azuis.

*“(...)Nem sempre consigo sentir o que sei que devo sentir.
O meu pensamento só muito devagar atravessa o rio a nado
Porque lhe pesa o fato que os homens o fizeram usar.*

*Procuro despir-me do que aprendi,
Procuro esquecer-me do modo de lembrar que me ensinaram,
E raspar a tinta com que me pintaram os sentidos,
Desencaixotar as minhas emoções verdadeiras,
Desembrulhar-me e ser eu, não Alberto Caeiro,
Mas um animal humano que a Natureza produziu.*

*E assim escrevo, querendo sentir a Natureza, nem sequer como um homem,
Mas como quem sente a Natureza, e mais nada.
E assim escrevo, ora bem, ora mal,
Ora acertando com o que quero dizer, ora errando,
Caindo aqui, levantando-me acolá,
Mas indo sempre no meu caminho como um cego teimoso.”*

ALBERTO CAEIRO - FERNANDO PESSOA

INTRODUÇÃO

Entender a dieta de um animal é um elemento chave para compreender sua história de vida. Particularmente para aves, seus hábitos alimentares podem definir outros aspectos de sua história natural, como por exemplo, sua área de vida (Marshall e Cooper 2004), ocorrência (Cody 1985), deslocamentos ou migrações (Newton 2008), êxito reprodutivo (Ferretti *et al.* 2005), tendências populacionais (Holt e Kimbrell 2007), e até mesmo serem responsáveis por deixar algumas espécies vulneráveis à extinção (vide exemplo de caso em Brandt e Machado 1990, Newton 1998).

Os animais exibem diferentes tipos de dieta, dentre as quais se ressalta a granivoria, hábito alimentar presente em numerosas espécies, que pode ser encontrada em todos os habitats terrestres e dulcícolas que possuam plantas superiores (Fenner 1985). Granivoria é o termo dado às interações entre animais e plantas, onde os animais, denominados granívoros, alimentam-se principalmente ou exclusivamente de sementes. Sementes são altamente energéticas, pois estocam energia e nutrientes destinados ao desenvolvimento do embrião no cotilédone ou no endosperma (Hulme e Benkman 2002).

Os granívoros, também chamados predadores de sementes, podem atuar antes ou após a semente ser dispersa, portanto são classificados como predadores pré ou pós-dispersão, embora também existam espécies que atuem em ambos os momentos. Os predadores pré-dispersores são aqueles que se alimentam de sementes diretamente na planta mãe, antes que tenham sido dispersas. Enquanto os predadores de sementes pós-dispersores se alimentam de sementes que já foram dispersas. Nestes casos, quando um agente dispersor atua, ele pode se alimentar de parte ou de toda a polpa, mesocarpo ou exocarpo do fruto, deixando a semente exposta e suscetível à predação dos animais pós-dispersores (Hulme e Benkman, 2002).

Dentre as classificações com base nos hábitos alimentares de animais, uma concerne à quantidade de itens alimentares utilizada na dieta, sendo que os animais podem ser classificados como especialistas ou generalistas. Os animais especialistas são aqueles que se alimentam de apenas um ou poucos itens alimentares, enquanto os generalistas se alimentam de uma grande variedade (Crawley 1992, Begon *et al.* 2007).

Algumas espécies de granívoros são consideradas especialistas, e portanto são um dos fatores que influenciam a seleção direcionada à produção de sementes com mecanismos contra a predação cada vez mais aprimorados (Hulme e Benkman, 2002). Janzen (1971) observou que as sementes frequentemente apresentam grande investimento em mecanismos de defesa, quando comparado aos altos valores nutricionais contidos nelas. Tais mecanismos podem ser de defesa química (como a produção de compostos tóxicos) ou física, como por exemplo, quando o embrião e o endosperma estão envoltos por uma parede grossa e lenhosa, barreira que dificulta o acesso aos conteúdos nutricionais, o que se traduz num maior investimento por parte do predador, em termos de tempo e energia.

As plantas pertencentes à família Arecaceae, conhecidas comumente como palmeiras, são consideradas uma fonte importante de alimento e, para uma ampla variedade de vertebrados, particularmente roedores e primatas, é essencial (Henderson 2002). As sementes das palmeiras, apesar de possuírem o endocarpo duro e lenhoso (Rios 1998), têm frutos altamente calóricos (Henderson 2002, Andreazzi *et al.* 2009) e podem apresentar frutificação ao longo de todo o ano (Peres 1994, Genini *et al.* 2009), habilidade pela qual são consideradas espécies chaves no Neotrópico, ganhando maior importância para os animais em época de escassez de alimentos (Peres 1994). Exemplos de animais que se alimentam do fruto e dispersam sementes de palmeiras,

estão o gado (Yamashita 1997) e a anta (Quiroga-Castro e Roldán 2001), que podem ingerir frutos inteiros, removendo todo o exocarpo antes de regurgitarem ou defecarem as sementes.

A arara-azul, *Anodorhynchus hyacinthinus*, é um exemplo de granívoro especialista que se alimenta do endosperma de sementes de duas ou três espécies de palmeiras em cada uma das regiões que habita (Sick 1985, Antas *et al.* 2010). As araras-azuis são altamente dependentes e especializadas às sementes as quais se alimentam, pois, dentre tantos motivos, são poucas as espécies de sementes que possuem tamanho e forma do endocarpo, além da morfologia do endosperma com os requisitos necessários para permitir a sua manipulação. Isso é devido principalmente à morfologia de seu bico (Yamashita e Valle 1993).

Atualmente, *A. hyacinthinus* apresenta uma distribuição disjunta (embora talvez no passado tenha sido mais ampla e contínua), ocorrendo em três populações principais (Forshaw 1989; Munn *et al.* 1990). Uma pequena população de cerca de 500 indivíduos ocorre em áreas amazônicas (em regiões dos Estados do Amazonas e Pará). Outra, de cerca de 1000 indivíduos, ocorre no Brasil Central, na região chamada “Gerais”, que abrange a conjunção dos Estados do Maranhão, Piauí, Bahia, Goiás e Tocantins. E, a região mais populosa de ocorrência de araras-azuis é a que abrange o ecossistema do Pantanal, onde se estima existem 5000 indivíduos. A espécie ainda pode ocorrer no Pantanal da Bolívia e no Paraguai (Guedes *et al.*, 2008).

Particularmente na região do Pantanal sul-matogrossense, indivíduos de arara-azul se alimentam prioritariamente do endosperma de sementes das palmeiras de acuri (*Attalea phalerata*) e bocaiuva (*Acrocomia aculeata*) (Guedes 1993, 2002). Ocasionalmente também ingerem sementes e frutos de outras espécies de plantas, se alimentam em barreiros, ou até mesmo ingerem sal destinado ao gado (obs. pess.), mas estes itens não atingem mais de 10% de toda sua dieta (Guedes *et al.*, 2008).

Mesmo se alimentando apenas destas duas sementes de palmeira, *A. hyacinthinus* exhibe critérios de preferência ao selecioná-las, como por exemplo, o comportamento de evitar sementes vazias de bocaiuva e sementes muito grandes de acuri (Guedes 1993), e de eleição de sementes de bocaiuva antes de iniciar o processo para quebrá-las (Borsari 2010). De fato, espera-se que animais forrageiem de modo a maximizar sua aptidão. Segundo a teoria do forrageio ótimo, a decisão de consumir determinado item surge como um balanço entre a busca e tempo de manuseio para obter determinado alimento, frente às qualidades nutricionais deste alimento, que podem ser energia, água, nutrientes, palatabilidade, entre outras (Pyke *et al.* 1977, Pyke 1984, Hulme e Benkman 2002).

Para a *A. hyacinthinus*, os itens alimentares dos quais é especialista, custam-lhes certo tempo de manipulação, despendido desde a escolha do item, passando pela remoção do exocarpo, à quebra do endocarpo lenhoso. Dessa forma, é plausível que araras-azuis otimizem seu forrageio, selecionando sementes com características particulares, por exemplo, com menor exocarpo, como foi observado por Borsari (2010). Entretanto, Carciofi (2000) observou que araras-azuis talvez não estivessem forrageando de modo ótimo. Em seus cálculos, as araras-azuis em se alimentando apenas destas espécies de sementes, poderiam correr o risco de entrar em déficit proteico durante o período de muda de penas (fevereiro a março), e fêmeas durante período de oviposição e incubação (agosto a setembro), embora essas análises ainda careçam de cálculos para animais de vida-livre com o porte de araras-azuis.

No entanto, as sementes das quais a arara-azul se alimenta também são predadas por besouros bruquíneos da Ordem Coleoptera, Família Chrysomelidae, Subfamília Bruchinae. Duas espécies foram identificadas ocorrendo em sementes de *Attalea phalerata* e *Acrocomia aculeata*, sendo elas *Pachymerus nucleorum* e *P. cardo*, no pantanal da Nhecolândia (Carciofi 2000). As

mesmas espécies de besouro foram encontradas em *A. phalerata* na Beni Biological Station-Biosphere Reserve, na Bolívia (Rios 2006). Besouros pertencentes ao gênero *Pachymerus* são conhecidos por se alimentarem principalmente de sementes de palmeiras pós-dispersão (Alves-Costa 2004).

Os besouros bruquíneos colocam seus ovos na superfície externa do endocarpo de frutos que se encontram no solo e as primeiras larvas o adentram através da cicatriz placentária, alcançando o endosperma do qual se alimentam completamente (Garcia *et al.* 1979, Delobel *et al.* 1995). O desenvolvimento das larvas de *Pachymerus* dentro de sementes pode levar de quatro a sete meses (Grenha *et al.* 1979; Maia *in press.*). As larvas e pupas destes besouros possuem, além de um alimento rico, proteção por se encontrarem no endosperma que está revestido por um endocarpo lenhoso (Johnson *et al.* 1995 *cited in* Grenha 2007).

A presença da larva de bruquíneo na semente poderia mudar potencialmente a qualidade do alimento, pois estas larvas possuem constituição nutricional semelhante ao endosperma das sementes, com a vantagem de possuírem três vezes mais proteína bruta (Carciofi 2000). Borsari e Ottoni (2005) observaram que uma fêmea cativa de arara-azul ingeriu larvas de indeterminada espécie de coleóptero, porém este ainda é um comportamento sem registros detalhados.

Caso a arara-azul inclua larvas de bruquíneos em sua dieta, isso também poderia significar que elas atuam como consumidoras secundárias, e portanto existiria uma interação tritrófica entre palmeiras (produtores), besouros (consumidores primários) e arara-azul (consumidor primário e secundário). No entanto, se *A. hyacinthinus* não ingerir larvas, rejeitando sementes predadas ou descartando apenas as larvas, esta seria uma relação de competição, com o alimento das araras-azuis ficando limitado àquele com endosperma intacto.

Neste contexto, o presente trabalho pretendeu elucidar algumas questões com respeito à interação entre palmeiras, besouros bruquíneos e arara-azul, tendo como hipótese que existe uma interação tritrófica entre eles.

OBJETIVO GERAL

Estudar os hábitos alimentares de arara-azul, suas interações com sua principal fonte de alimento, as sementes de palmeiras de acuri e bocaiuva, assim como com os besouros bruquíneos, predadores destas sementes, em uma região no Pantanal do Miranda.

OBJETIVOS ESPECÍFICOS

Uma vez que araras-azuis se alimentam unicamente de sementes de palmeiras de acuri (*Attalea phalerata*) e bocaiuva (*Acrocomia aculeata*) no Pantanal, pretendeu-se (1) estudar como é a disponibilidade deste recurso alimentar durante todo o ano.

Como as araras-azuis também se alimentam de sementes pós-dispersão presentes no solo, deve-se cogitar a possibilidade de se depararem com sementes predadas por larvas de besouro, em diferentes localidades e diferentes períodos do ano. Para que araras-azuis selecionem (positiva ou negativamente) tais sementes, elas deveriam ter a capacidade de detectar a presença do besouro através de sinais nas sementes. Alguns destes sinais podem ser reconhecidos pelas araras-azuis por conhecimentos adquiridos previamente (por exemplo: o indivíduo lembrar que a maioria das sementes velhas ou sem exocarpo contenham larvas), ou por características físicas das sementes infestadas (por exemplo: se fêmeas de besouro selecionam sementes com certas características para oviporem, araras-azuis poderiam distingui-las). Considerando esta

possibilidade, com a intenção de conhecer sobre as características desta predação por larvas de bruquíneos, objetivou-se (2) verificar a proporção de predação de sementes por besouros entre diferentes períodos, áreas, e características da semente; e (3) verificar possíveis diferenças entre sementes de acuri predadas e não predadas por larvas de besouro.

Para avaliar hábitos alimentares de arara-azul, relacionando à possível presença de sementes com larvas de bruquíneos intencionou-se (4) identificar quais atributos alimentares elas selecionam e preferem; e (5) se araras-azuis ingerem larvas de besouro.

MATERIAL E MÉTODOS

Área de estudo

O Pantanal matogrossense corresponde a uma extensa depressão da bacia do Alto Paraguai, a qual está submetida a inundações periódicas. Sua área total é de cerca de 139mil km² e abrange áreas do Brasil (Estados de Mato Grosso e Mato Grosso do Sul), Bolívia e Paraguai (Allen e Valls 1987) (Figura 1). Seu clima é resultado da localização tropical, além de ter relação com o clima da própria bacia na qual está inserido e com fatores do relevo que influenciam as massas de ar. Caracteriza-se por ser quente com semestre de inverno seco. A precipitação varia de 1000 a 1400 mm, concentrada no verão (80% de toda chuva cai entre novembro a março). As enchentes normalmente podem se iniciar em dezembro, terminando em junho-julho, variando de ano pra ano (Cadavid Garcia 1984; Allen e Valls 1987).

Por ser um local sujeito a inundações, possuir diferentes tipos de solo e algumas breves variações de relevo, o Pantanal é considerado um mosaico de distintos biomas que adquirem

diversas fitofisionomias (Coutinho 2006). Alguns locais da planície pantaneira são tão distintos um do outro que Silva e Abdon (1998) a dividiram em 11 sub-regiões, pois diferem principalmente no que concerne à inundação e ao relevo, mas também no tipo de solo e vegetação correspondente (Figura 1).

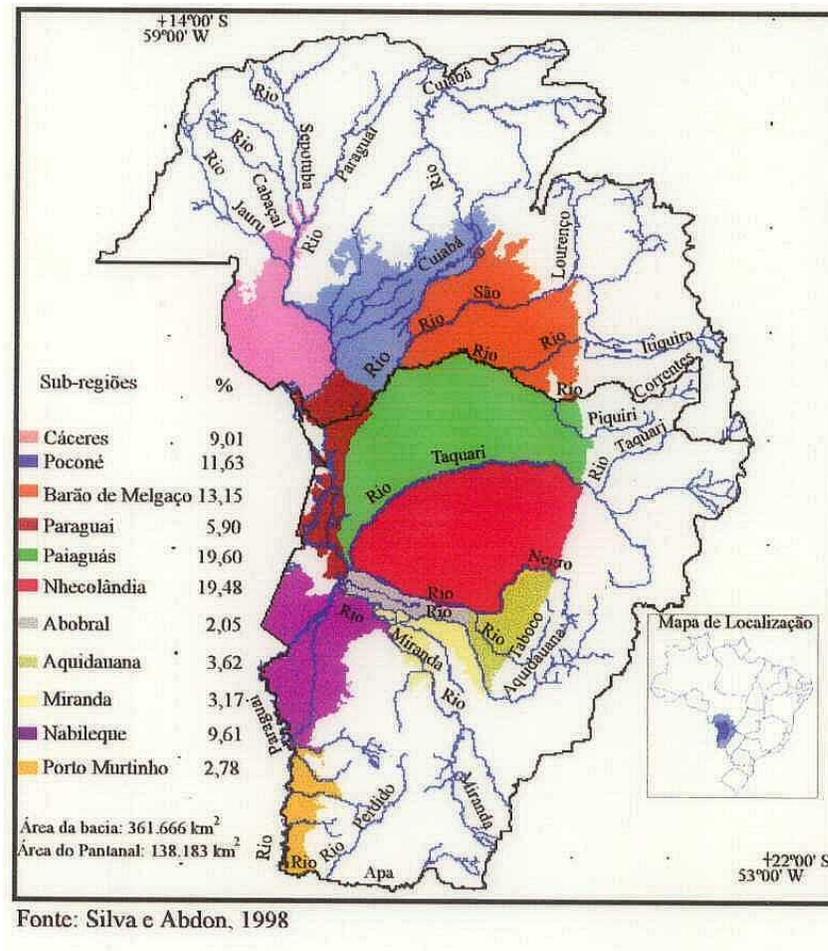


Figura 1: Mapa de Silva e Abdon (1998) representando as 11 sub-regiões do Pantanal. A região do Miranda está indicada em amarelo-claro.

A sub-região do Miranda está situada ao Sul do Pantanal, no Estado do Mato Grosso do Sul. Essa região apresenta vegetação do tipo savana, com presença de campos naturais e áreas de

mata. As áreas de savana se assemelham à vegetação chaquenha. Árvores como o paratudo (*Tabebuia* sp.) e o carandá (*Copernicia alba*) podem surgir em alta concentração, podendo, em alguns locais, ser presença dominante sobre as outras espécies arbóreas, formando os chamados carandazais e paratudais. Outra formação monodominante que pode ocorrer nesta sub-região é o canjiqueiral, nome dado a locais com concentração de canjiqueira (*Byrsonima cydoniifolia*) e capim-mimoso (*Axonopus purpusii*) (Allen e Valls 1987). A principal atividade econômica no Miranda é a criação de gado (Allen e Valls 1987). Frequentemente o gado utiliza frutos de acuri e bocaiuva, alimenta-se do exocarpo, regurgitando ou excretando sementes. Uma vez no solo, é comum encontrar araras-azuis se alimentando destas sementes (Yamashita 1997).

O estudo foi realizado no Refúgio Ecológico Caiman, local que abriga a base do Projeto Arara Azul e que se encontra na sub-região do Miranda (19º 57' S, 56º18' W). Este local foi escolhido por prover facilidade logística ao trabalho, já possuir infraestrutura para acolher pesquisadores, e principalmente, pelo projeto ter proporcionado a existência de uma considerável população de araras-azuis na região. Ademais, apresenta distintas fisionomias vegetais, onde é possível encontrar formações arbóreas fechadas (como capões e cordilheiras) e campos abertos que permitem a observação de araras-azuis se alimentando no solo.

No presente estudo, realizaram-se coletas de sementes de palmeiras no que é referido aqui por “áreas abertas” e “áreas fechadas” (Figura 2). Áreas abertas representam campos inundáveis, pastagens, estradas, locais com características a savanas ou cerrados (Figura 3). Coletas de sementes em áreas fechadas consistiram em locais sombreados e com formação de serapilheira, o que sucede no interior de cordilheiras ou capões (Figura 4).



Figura 2: Fotografia do pantanal matogrossense. Nota-se a diferença entre área aberta (A) e área fechada (B).



Figura 3: Exemplo de local denominado área aberta. Trata-se de pastagens, campos abertos, locais de descanso do gado, estradas; onde não há formação de estrato arbóreo com dossel fechado ou grande produção de serapilheira.



Figura 4: Exemplo de local denominado área fechada. Fotografia tirada no interior de uma formação vegetal denominada capão. Nota-se a formação de serapilheira e a presença de diversos estratos arbóreos e arbustivos, o que resulta em uma área com um dossel fechado com sub-bosque sombreado.

Como na região do Miranda o clima é caracterizado por duas estações bem definidas, o presente trabalho faz referência a “período úmido”, correspondente à estação do ano mais quente e chuvosa, e a “período seco”, para a estação fria e seca. O padrão climático pode variar em alguns anos, sendo que os períodos úmidos e secos podem começar antes ou depois, e durar mais ou menos do que o esperado (Cadavid Gracia 1984, Allem e Valls 1987). Particularmente neste estudo, as coletas representativas do período úmido ocorreram nos meses de outubro e dezembro de 2011 e janeiro de 2012, enquanto que as coletas do período seco foram nos meses de julho a setembro de 2012. Os dados pluviométricos do ano de estudo se encontram na Figura 5.

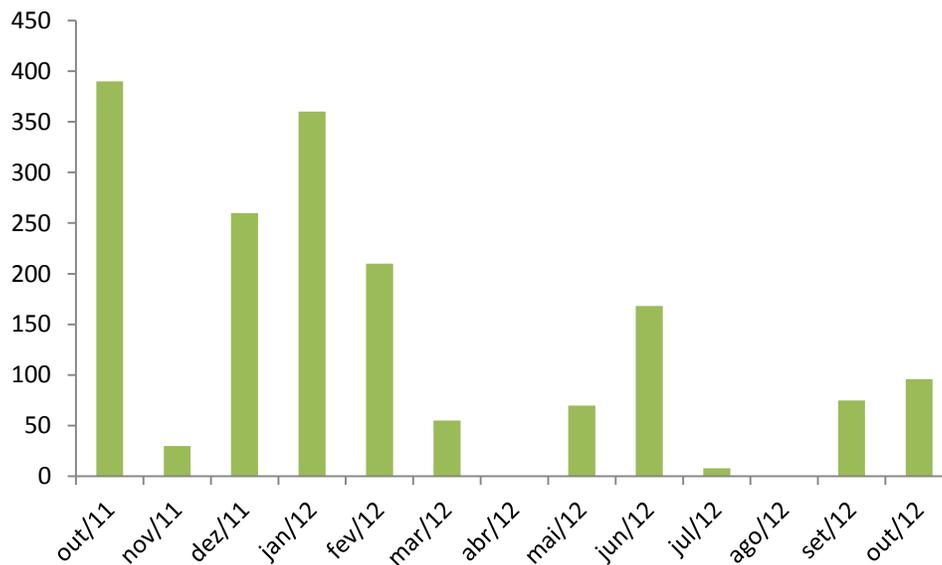


Figura 5: Dados pluviométricos da área de estudo durante o período estudado. Dados pertencentes ao Retiro Ecológico Caiman

Fenologia reprodutiva de Acuri (*Attalea phalerata*) e Bocaiuva (*Acrocomia aculeata*)

Para medir a variação da produção de sementes pelas palmeiras de acuri e bocaiuva, registrou-se mensalmente a fenologia reprodutiva de cada espécie de palmeira, até completar um ano de coleta. As coletas realizaram-se entre os meses de outubro de 2011 a setembro de 2012, com exceção dos meses de novembro, maio e julho.

Os indivíduos de palmeira a serem estudados deveriam cumprir com as seguintes características: apresentarem-se saudáveis (apresentando produção de folhas novas; caules não deveriam estar em decomposição, estando firmes no solo; não deveria haver figueira-mata-pau (*Ficus* sp.) envolvendo as palmeiras), e deveriam apresentar algum estágio fenológico reprodutivo.

Os estágios fenológicos reprodutivos considerados foram: espatas, inflorescências, cachos de frutos verdes iniciais (pequenos, portando até 2cm de diâmetro, cujo endosperma ainda não se encontrava formado), cachos de frutos verdes tardios (frutos de tamanho discrepante dos iniciais,

com mesocarpo uniforme, de coloração verde e endosperma possivelmente sólido ou gelatinoso) e cachos de frutos maduros (tamanho final de crescimento, com coloração amarelada ou alaranjada, endosperma sólido).

No total foram acompanhados 12 indivíduos de acuri e 24 de bocaiuva.

Todos os indivíduos das duas espécies de palmeira foram vistoriados mensalmente e avaliados quanto à presença de cada estágio fenológico reprodutivo (Figura 6).



Figura 6: (A) Registro de dados fenológicos (Foto: Cezar Correa). (B) Arara-azul em palmeira utilizada para fenologia. É possível notar o cacho de frutos verdes tardios com alguns frutos faltando, após terem sido removidos por indivíduos de arara-azul.

Predação de sementes pós-dispersão de acuri (*Attalea phalerata*) e bocaiuva (*Acrocomia aculeata*) por besouro (*Pachymerus sp.*)

Com o objetivo de entender a interação entre a arara-azul e os besouros bruquíneos, coletaram-se sementes diretamente do solo tanto de acuri (n=3701) como de bocaiuva (n=1593)

com o intuito de avaliar se a predação de sementes por besouros difere entre o período úmido e seco, entre áreas abertas e fechadas, entre sementes com e sem exocarpo, e entre sementes novas e velhas.

A coleta das sementes foi realizada em diversos locais dentro da área do Refúgio Ecológico Caiman, diretamente do solo, ao azar e conforme a disponibilidade em que foram encontradas (Figura 7).

As coletas representativas do período úmido foram realizadas no fim de outubro e dezembro de 2011 e janeiro de 2012. Para representar o período seco, as coletas se realizaram de julho a setembro de 2012. Diversos locais representados por áreas abertas e fechadas foram amostrados em ambos os períodos.



Figura 7: Sementes de acuri que foram coletadas diretamente do solo em área fechada.

A classificação em sementes com e sem exocarpo foi feita visualmente. Entre sementes novas e velhas, classificou-se com base em características físicas (sementes velhas possuíam

exocarpo escoriado e de coloração escurecida; sementes novas possuíam coloração alaranjada, amarelada ou esbranquiçada, quase sempre com presença de mesocarpo residual, ainda úmido) (Figuras 8 e 9).

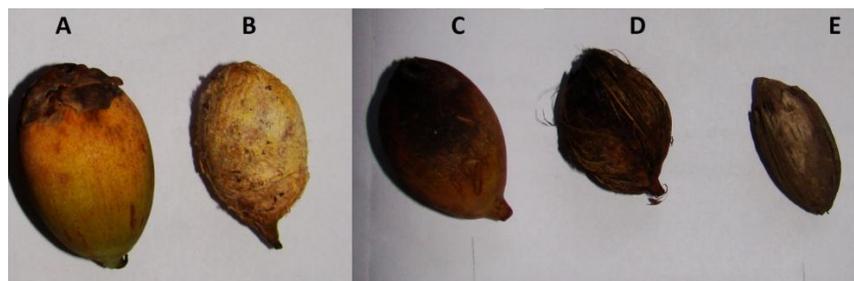


Figura 8: Exemplos de sementes coletadas de acuri classificadas segundo seu estado físico. A: nova com exocarpo; B: nova sem exocarpo; C: velha com exocarpo; D: velha sem exocarpo; E: velha sem exocarpo, escoriado.

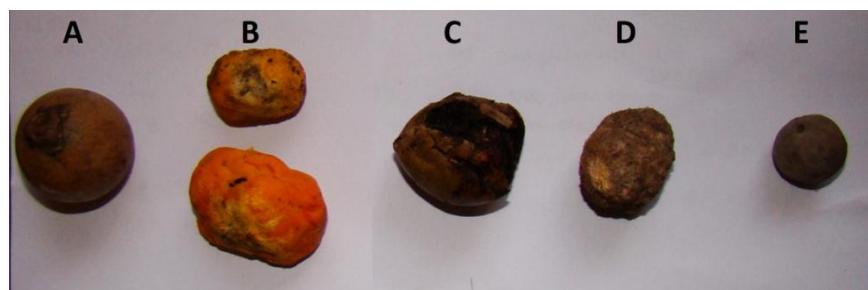


Figura 9: Exemplos de sementes de bocaiuva coletadas e classificadas segundo seu estado físico. A: nova com exocarpo; B: nova sem exocarpo; C: velha com exocarpo; D: velha sem exocarpo; E: velha sem exocarpo, escoriado.

Indivíduos adultos de bruquídeos que emergiram de sementes de ambas as espécies de palmeiras foram fixados em álcool 70% e encaminhados ao Laboratório de Sistemática e Bioecologia de Coleoptera da UFPR, onde ainda estão sob revisão para identificar a nível de

espécie. Até o momento sabe-se que são bruquíneos, provavelmente do gênero *Pachymerus*, como encontrado por Carciofi (2000).

As sementes foram submetidas à análise por raios-x pra identificar se elas apresentavam endosperma intacto ou se continham larvas de besouro se desenvolvendo em seu interior (Figura 10). Como as larvas em estágios iniciais são de difícil detecção por raios-x, e como o desenvolvimento das larvas pode levar cerca de cinco meses como no caso de *Pachymerus nucleorum* (Garcia *et al.* 1979), as sementes ficaram armazenadas por cerca de quatro meses ou mais, para assegurar desenvolvimento de possíveis larvas de besouro de estágio inicial.

Posteriormente, as sementes foram encaminhadas ao Laboratório de Análise de Imagens no Departamento de Sementes da Esalq-USP para análise sob equipamento específico de raio-x. Todas as sementes que apresentaram larvas em seu interior, ou que apresentavam orifícios de saída dos besouros foram contabilizadas como sementes predadas.

Deste material, sementes de acuris que tinham larvas de besouro ou que tinham um endosperma intacto foram selecionadas para serem utilizadas em experimentos de preferência das araras-azuis, tendo retornado à base do Projeto Arara Azul.

Para analisar se houve variação da predação por besouros para as duas espécies de sementes em distintas situações (época úmida e seca, com e sem exocarpo, área aberta e fechada, sementes novas e velhas), foi realizada análise estatística utilizando o teste de qui-quadrado (Zar 2010, Gotelli e Ellison 2011).

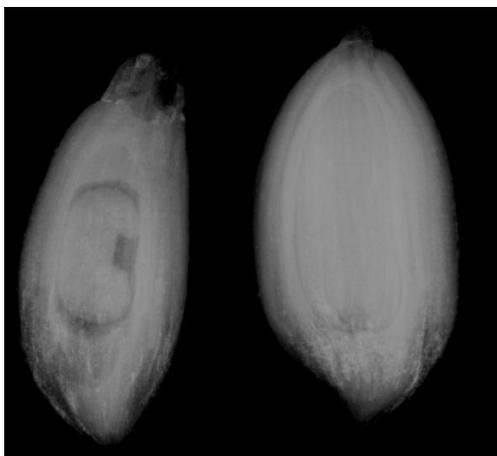


Figura 10: Sementes de acuri em imagem feita por raios-x. Na semente da esquerda nota-se uma larva de besouro se desenvolvendo dentro do endocarpo, no endosperma, enquanto que a semente da direita está com o endosperma intacto.

Morfometria e pesagem de sementes de acuri (*Attalea phalerata*)

Com a finalidade de responder se existem diferenças entre sementes de acuri com e sem larvas de besouro, considerou-se o tamanho e o peso das sementes. Mensurou-se diâmetro, comprimento e peso de 250 sementes com larvas de besouro e 266 sementes sem larvas. Para as medições foi utilizado um paquímetro manual, e uma pesola de até 50g. O tamanho das sementes foi representado por três características: diâmetro, comprimento e relação do diâmetro multiplicado pelo comprimento.

Para analisar se sementes com larvas de besouro diferem nestas características, de sementes sem larvas, realizou-se a análise estatística ANOVA, sendo que os dados analisados foram transformados para o Log.

Preferências e seleção de alimento por araras-azuis

O presente trabalho considera Wiens (1989) para definir seleção e preferência. Assim, um animal exhibe “seleção” por determinado tipo de alimento quando este é consumido em maior

proporção do que aquela disponível no ambiente. Enquanto que “preferência” define-se para quando, frente a situações de igual disponibilidade para diferentes alimentos, um animal consome um item alimentar em maior medida que outro. Vale salientar que a “disponibilidade de alimento” aqui referida é, dentre toda a abundância de alimento, apenas aquela que se encontra acessível ao consumidor (Coleman 2008, Wiens 1984).

Sendo assim, avaliou-se para a arara-azul, sua seleção por sementes com diferentes números de lóculos, e suas preferências alimentares entre sementes com e sem exocarpo, e entre sementes com e sem larvas de besouro, conforme descrito a seguir.

- Seleção de araras-azuis por sementes de acuri com diferentes números de lóculos

Devido ao fato de que sementes de acuri possuem diferentes quantidades de lóculos e isso pode, por exemplo, ocasionar diferenças na quantidade de endosperma, ou em facilidade de quebra, considerou-se essa característica dentre os atributos a serem selecionados por araras-azuis.

Utilizou-se o índice de Ivlev (Gras e Saint Jean 1982) para avaliar se as araras-azuis selecionam sementes com determinado número de lóculos. Este índice permite comparar a disponibilidade de um item alimentício no ambiente com seu consumo.

$$E_i = (r_i - p_i) / (r_i + p_i)$$

Onde r_i é a proporção de sementes consumidas por araras com número i de lóculos e p_i é a proporção de ocorrência de sementes com i lóculos. O valor deste índice (E_i) varia entre “-1” (rejeição total de sementes com número i de lóculos) a “1” (preferência por frutos com i número de lóculos). Valores similares a zero indicam que os frutos com i lóculos são consumidos conforme sua disponibilidade, não sendo nem preferidos nem rechaçados.

Para calcular pi coletaram-se 340 sementes não predadas por araras-azuis, provenientes de 10 cachos de palmeiras diferentes, os quais não haviam tido nenhum fruto removido. Posteriormente estas sementes foram quebradas transversalmente (Figura 11) e calcularam-se as proporções de sementes para cada número de lóculo encontrado.

Para calcular ri coletaram-se 647 sementes comidas por araras-azuis, encontradas abaixo de palmeiras e em locais de descanso do gado. Como as araras-azuis adultas quebram sementes de acuri transversalmente, dividindo-as em duas metades, podendo assim ter acesso ao endosperma contido em cada lóculo de modo eficiente (Schneider *et al.* 2006), foi possível observar o número de lóculos que cada semente possuía. Com isto, calculou-se a proporção de sementes com distinto número de lóculos consumidas.



Figura 11: Fruto de acuri quebrado com martelo e facão para verificar o número de lóculos.

- *Preferência alimentar de arara-azul*

Para estudar preferências alimentares de arara-azul, comparou-se sua preferência entre sementes que diferiam por apresentar ou não exocarpo, e por conter ou não larvas de besouros.

Para tanto foram realizados experimentos que consistiam em oferecer às araras-azuis simultaneamente iguais quantidades de sementes de cada tratamento (com e sem exocarpo, no estudo de preferência em relação ao exocarpo; e os tratamentos com e sem larva, para o estudo de preferência quanto a sementes atacadas por besouros).

Os experimentos foram realizados com araras-azuis de vida-livre. Adicionalmente um indivíduo cativo foi submetido apenas ao experimento de preferência quanto à presença de larva de besouro nas sementes.

Para realizar os experimentos com araras-azuis de vida-livre, foi necessário cercá-las. Isso foi possível após oferecer cachos de acuri e bocaiuva em locais onde previamente se havia observado araras-azuis se alimentando, durante três meses anteriores ao início do experimento. Desta maneira, a presença delas foi frequente e os experimentos de vida-livre puderam se realizar. Selecionaram-se quatro locais para a realização dos experimentos. As sessões de experimento com araras-azuis de vida-livre começavam às 6h e terminavam às 18h, ou quando algum grupo de araras-azuis participava do experimento, ingerindo sementes. Logo após as araras-azuis abandonarem os experimentos, inspecionou-se o local e contabilizaram-se as sementes de cada tratamento consumidas. Examinou-se também, se existiam indícios de larvas de besouro no local. Os experimentos, salvo exceções, foram acompanhados com auxílio de binóculos 10x40.

Para a arara-azul mantida em cativeiro as sessões iniciavam às 6h, terminando às 12h; ou às 14h, terminando às 18h. As sementes consumidas foram contabilizadas e o local do experimento foi inspecionado para detectar algum indício de larvas de besouro. Estes experimentos, salvo exceções, foram acompanhados com auxílio de binóculos 10x40 e luneta 56x525x60.

Para analisar se as araras-azuis se alimentam preferencialmente entre os tratamentos oferecidos em cada tipo de experimento, foi realizado teste de Wilcoxon.

- Preferências alimentares de araras-azuis por sementes de acuri com ou sem exocarpo

Para verificar se arara-azul prefere se alimentar de sementes de acuri com ou sem exocarpo, foi realizado o experimento conforme descrito anteriormente, em 12 sessões com indivíduos de vida-livre. Sementes de cada tratamento (com e sem exocarpo) foram oferecidas sempre nas mesmas quantidades, variando de 30 a 50 sementes de cada tratamento. Os dois tratamentos de sementes foram ofertados a menos de 90 cm um do outro (Figura 12). Os grupos de araras-azuis que participaram das sessões deste experimento variaram de dois a 14 indivíduos.

O exocarpo foi removido com o auxílio de uma faca, para assemelhar-se ao processo de endozoocoria (Lima-Borges e Tomas 2004, Lorenzi 1996). Sendo assim, as sementes utilizadas no experimento com exocarpo representam sementes pré-dispersão, e as que tiveram o exocarpo removido, sementes pós-dispersão.



Figura 12: Oferta de sementes de acuri sem e com exocarpo, em experimento.

- Preferências alimentares de araras-azuis por sementes com ou sem larvas de besouro

Para verificar se araras-azuis preferem se alimentar de sementes de acuri com ou sem larvas de besouro, utilizou-se as sementes coletadas do solo para análise de predação por larvas através de raios-x. Logo, sementes que continham larvas e sementes que não as continham (apresentavam endosperma intacto), foram oferecidas juntas e em igual quantidade em cada uma

das repetições. As sementes receberam uma marca com caneta esferográfica após as análises de raios-x, pois visualmente sementes com e sem larvas de besouro são idênticas. Isso auxiliou na identificação dos tratamentos que foram comidos pelas araras-azuis.

Este experimento teve 10 repetições, nos quais se ofereceram iguais quantidades de sementes de cada tratamento (com e sem larvas de besouro), variando de 23 a 40 sementes de cada tratamento. As sementes foram oferecidas juntas, e não separadas como no experimento anterior, pois podem ser encontradas assim na natureza, aparentemente não sendo passível de identificação visual. As araras-azuis que participaram deste experimento variaram em grupos de dois a dez indivíduos.

Mesmo este experimento tendo sido realizado com araras-azuis de vida-livre (Figura 13), realizou-se experimento semelhante com uma arara-azul mantida em cativeiro no recinto da Base do Projeto Arara Azul, apenas para uma observação mais próxima de seu comportamento alimentar (Figura 14). A arara-azul cativa era uma fêmea de aproximadamente dois anos de idade, tendo vivido um ano em vida livre, já estando há um ano neste recinto após ter quebrado a asa. Neste caso foram realizadas sete repetições, e o número de sementes oferecidas variou entre dez e 28 sementes por tratamento.



Figura 13: Araras-azuis de vida-livre consumindo sementes em um dos experimentos para avaliar preferência quanto à presença de larvas de besouro.



Figura 14: Experimento ofertando sementes de acuri com e sem larva de besouro para arara-azul cativa.

- Ingestão de larvas de besouro por araras-azuis

Para verificar se araras-azuis ingerem larvas de besouro (tanto com as araras de vida livre como com a cativa), o comportamento alimentar foi observado com auxílio de binóculos e luneta durante os experimentos. Adicionalmente também se colocou uma câmera-trap (Figura 15) e as filmagens e fotos foram analisadas para verificação do comportamento de ingestão ou rejeição das larvas.

Os locais dos experimentos também foram inspecionados minuciosamente à procura de restos de larvas que poderiam ter sido expelidos e rejeitados pelas araras-azuis, o que seria indicativo de que elas não as ingeriram.



Figura 15: Sementes de acuri com e sem larvas de besouro em experimento acompanhado por câmera-trap ao fundo.

RESULTADOS

Fenologia reprodutiva de acuri (*Attalea phalerata*)

A produção de espatas ocorreu durante todo o período, porém a inflorescência foi esporádica, nos meses de janeiro, fevereiro e setembro, com maior quantidade de palmeiras florescendo em fevereiro. Frutos verdes foram encontrados durante quase todo o período, tendo maior concentração nos meses de dezembro a março (Figura 16).

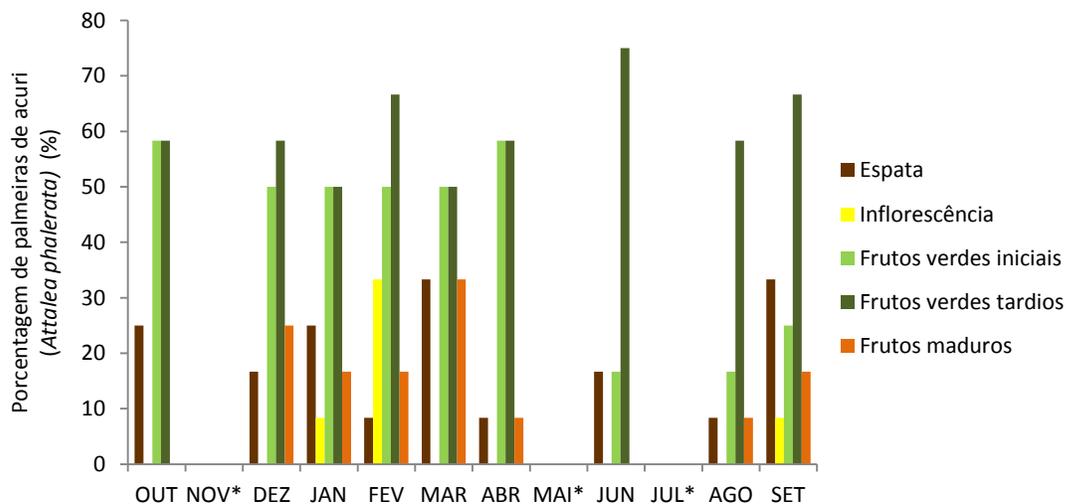


Figura 16: Porcentagem de palmeiras de acuri (*Attalea phalerata*) (n=12) portando cada estágio reprodutivo (espata, inflorescência, frutos verdes iniciais, verdes tardios e maduros) em cada mês. Nos meses com asterisco não foram coletados dados fenológicos.

Quando se observa a quantidade de cada estágio reprodutivo que esteve presente nos meses estudados (Figura 17), nota-se que cachos com frutos verdes tardios foi o estágio reprodutivo que apareceu em maior número durante todo o período, sendo registrado durante todos os meses de coleta, exibindo maiores números no período seco (meses de junho, agosto e setembro). Cachos com frutos verdes iniciais também estiveram presentes em todos os meses de coleta, mas em menor quantidade.

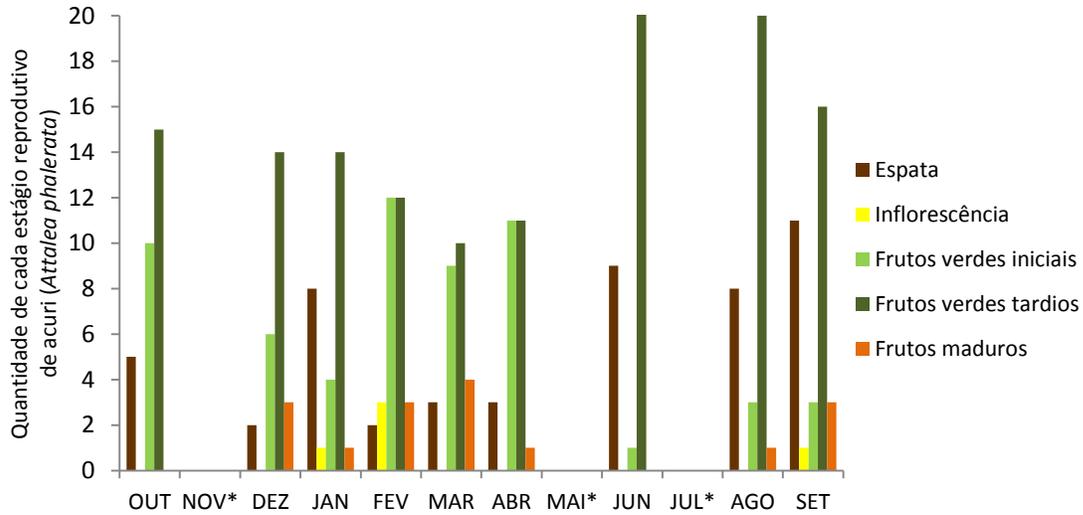


Figura 17: Número total de cada estágio reprodutivo (espata, inflorescência, frutos verdes iniciais, verdes tardios e maduros) presente nos 12 indivíduos de acuri (*Attalea phalerata*) em cada mês. Nos meses com asterisco não foram coletados dados fenológicos.

Fenologia reprodutiva de bocaiuva (*Acrocomia aculeata*)

Durante todo o período estudado palmeiras de bocaiuva produziram espatas. Mais palmeiras apresentaram espatas no fim do período seco e início do período úmido (meses de outubro, dezembro, janeiro e setembro). Apesar desta presença de espatas, não ocorreu floração entre abril e agosto (Figura 18).

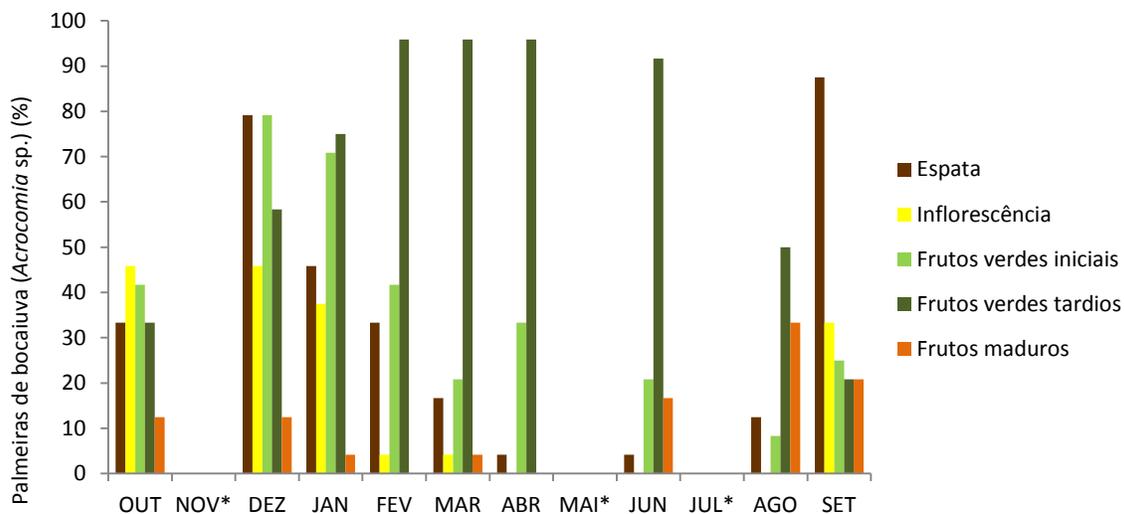


Figura 18: Porcentagem de palmeiras de bocaiuva (*Acrocomia aculeata*) (n=24) portando cada fenofase reprodutiva (espata, inflorescência, frutos verdes de início, verdes tardios e maduros) em cada mês. Nos meses com asterisco não foram coletados dados fenológicos.

Frutos iniciais e frutos verdes tardios estiveram presentes durante todo o período de coleta, sendo estes últimos concentrados no período úmido entre fevereiro e abril. A presença de palmeiras exibindo frutos maduros foi esporádica e nem todas as palmeiras estudadas apresentaram esse estágio reprodutivo.

Predação de sementes pós-dispersão de acuri (*Attalea phalerata*) e bocaiuva (*Acrocomia aculeata*) por besouro (*Pachymerus* sp.)

Das 3701 sementes de acuri coletadas, quase metade apresentou evidência de predação por besouros, enquanto que para bocaiuva, apenas 20% das 1593 sementes foram predadas por besouros. O total das coletas de sementes no solo distribuídas em cada período é exposto na Tabela 1, a seguir:

Tabela 1: Número total de sementes de acuri e bocaiuva predadas e não predadas por larvas de besouro coletadas nos períodos úmido e seco.

Período	Sementes de Acuri		Sementes de Bocaiuva	
	Úmido	Seco	Úmido	Seco
Não predadas por besouro	741	1247	956	320
Predadas por besouro	402	1311	213	104
Total por período	1143	2558	1169	424
Total coletado	3701		1593	

No período seco a predação por besouros foi proporcionalmente maior do que no período úmido, tanto para sementes de acuris ($X^2=20,43$; $p<0,0001$) como para bocaiuvas ($X^2=8,16$; $p<0,005$) (Figura 19).

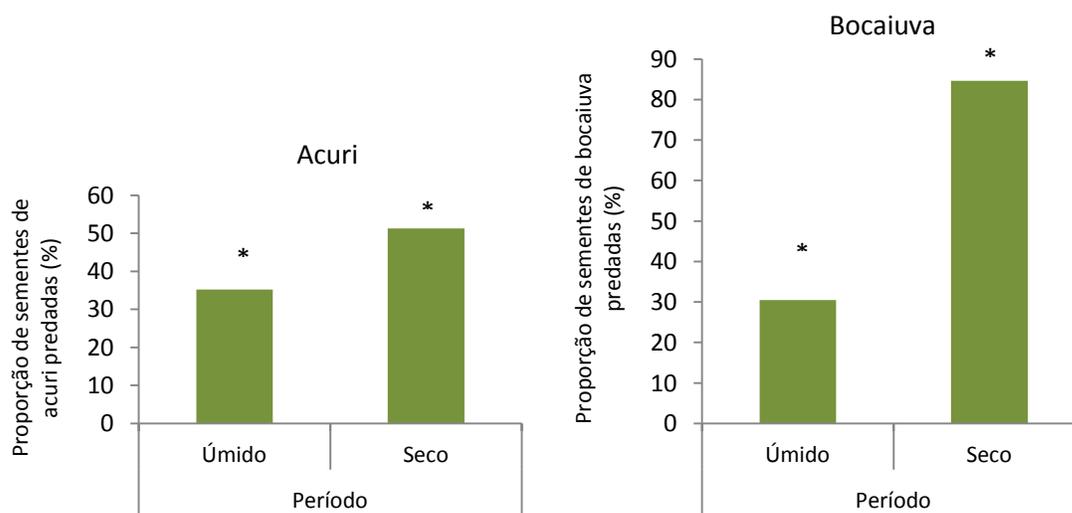


Figura 19: Proporção de sementes de acuri (gráfico da esquerda) e bocaiuva (gráfico da direita) predadas por besouros nos períodos úmido e seco. Os asteriscos representam diferenças significativas entre os períodos.

Quando a proporção de predação por besouros em sementes de acuri é analisada entre as áreas, nota-se que em áreas fechadas foram mais predadas as sementes por besouros apenas no período úmido ($X^2=19,88$; $p<0,0001$). Isso representou uma predação de 39,3% em áreas fechadas ($n=802$) para apenas 25% das sementes em áreas abertas ($n=341$). No entanto, durante o período seco, áreas abertas e fechadas apresentaram iguais proporções de predação por besouro ($X^2=0,01$; $p=0,9308$), sendo em $51,23\pm 0,8\%$ das sementes ($n=1005$ em áreas abertas e $n=1553$ para áreas fechadas) (Figura 20).

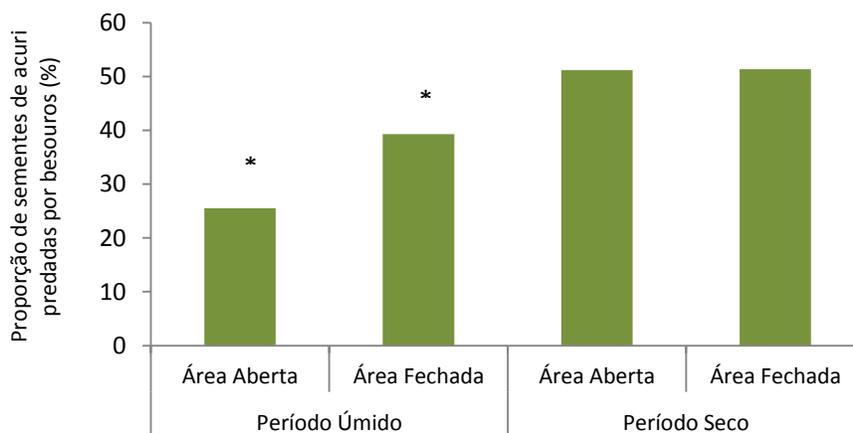


Figura 20: Proporção de sementes de acuri predadas por besouro em áreas abertas e fechadas nos períodos úmido e seco. Os asteriscos representam diferença significativa entre as áreas durante o período úmido.

Para bocaiuvas, tanto no período úmido quanto no seco, a predação em áreas abertas diferiu das fechadas ($X^2= 92,10$ e $X^2=10,74$; $p<0,0001$ e $p<0,001$ respectivamente), sendo as áreas fechadas as que apresentaram maior predação por besouros, predação esta que permaneceu constante nos dois períodos ($X^2=0,01$; $p=0,9296$, Figura 21).

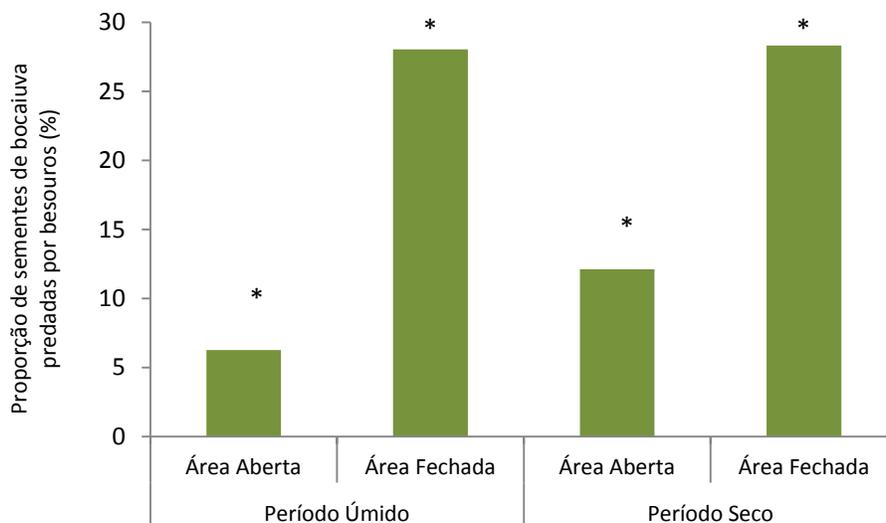


Figura 21: Proporção de sementes de bocaiuva predadas por besouros nos períodos úmido e seco, em áreas abertas e fechadas. Os asteriscos representam diferença significativa entre as áreas.

Independentemente da área ou do período, sementes coletadas sem exocarpo foram mais predadas por besouros do que sementes com exocarpo, tanto para acuris como para bocaiuvas (acuris: $X^2=53,74$; $p<0,0001$ e bocaiuva: $X^2= 16,23$, $p<0,0001$) (Figura 22).

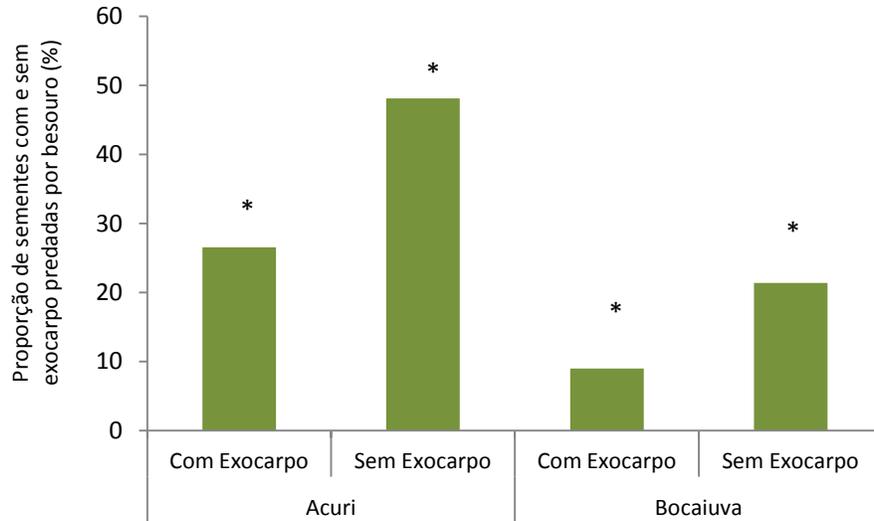


Figura 22: Proporção de sementes de acuri e bocaiuva predadas por besouro, nas categorias com e sem exocarpo. Os dados consideram ambos os períodos. Os asteriscos representam diferença significativa entre sementes com e sem exocarpo.

O mesmo ocorreu para a idade das sementes; sementes velhas, tanto de acuri como de bocaiuva apresentaram maior proporção de predação por besouros que as novas (acuri: $X^2=217,29$; $p<0,0001$ e bocaiuva $X^2=43,46$; $p<0,0001$ Figura 23).

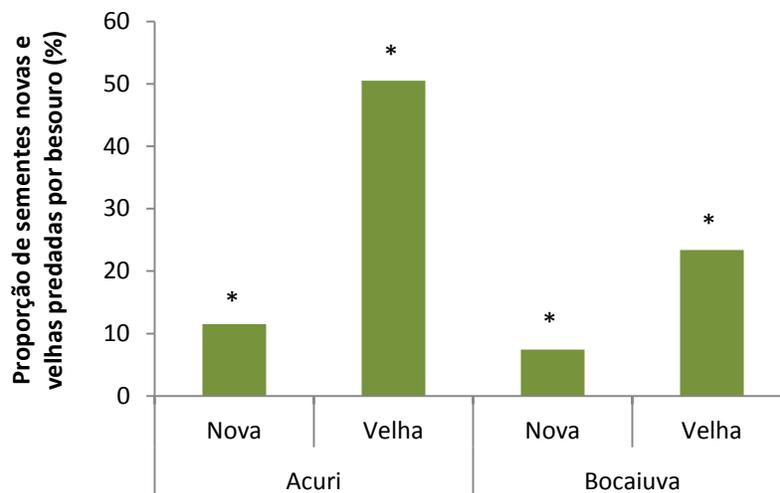


Figura 23: Proporção de sementes predadas por besouro de acordo com a idade, para acuris e bocaiuvas. Os asteriscos representam diferenças significativas entre as idades das sementes.

Morfometria e pesagem de sementes de acuri (*Attalea phalerata*)

O tamanho de sementes de acuri com e sem larvas de besouro foi semelhante em todas as características analisadas (medidas de comprimento ($F_{(1,1)}=0,07$; $P=0,79$), diâmetro ($F_{(1,1)}=0,08$; $P=0,77$) e a relação do comprimento pelo diâmetro ($F_{(1,1)}=0,046$; $P=0,83$)).

Com relação ao peso, as sementes de acuri que continham larvas de besouro em seu interior foram mais leves, pesando em média $\bar{x}=11,75\text{g}$; $EP=\pm 0,22\text{g}$; enquanto as sementes sem larvas de besouro apresentaram $\bar{x}=12,62\text{g}$; $EP=\pm 0,24\text{g}$ ($F_{(1,1)}=7,35$; $P<0,007$) (Figura 24).

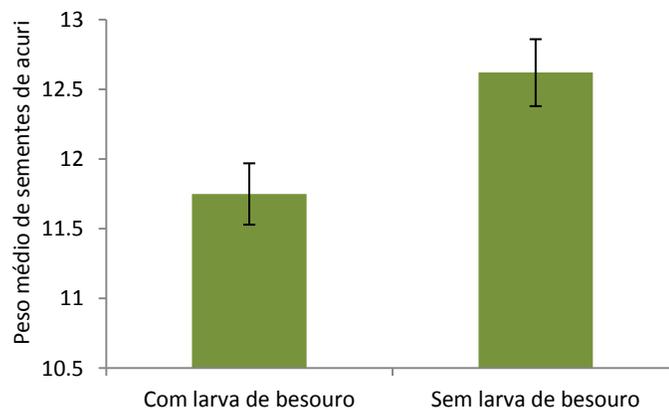


Figura 24: Média do peso das sementes de acuris com larvas de besouro em seu interior e sementes de acuris sem larvas. Barras indicam erro padrão.

Preferências e seleção de alimento por araras-azuis (*Anodorhynchus hyacinthinus*)

- Seleção de araras-azuis por sementes com diferentes números de lóculos

Através da análise de Ivlev, foi possível averiguar que araras-azuis selecionaram ativamente sementes com quatro lóculos. Sementes de cinco lóculos não foram encontradas no

ambiente, mas foram encontradas consumidas por araras-azuis, indicando forte seleção das araras-azuis por este item. Sementes de três lóculos foram selecionadas randomicamente, uma vez que foram consumidas nas mesmas proporções que encontradas no ambiente. Já sementes com um e dois lóculos foram pouco selecionadas pelas araras-azuis. Por fim, sementes sem lóculos foram preteridas (Figura 25).

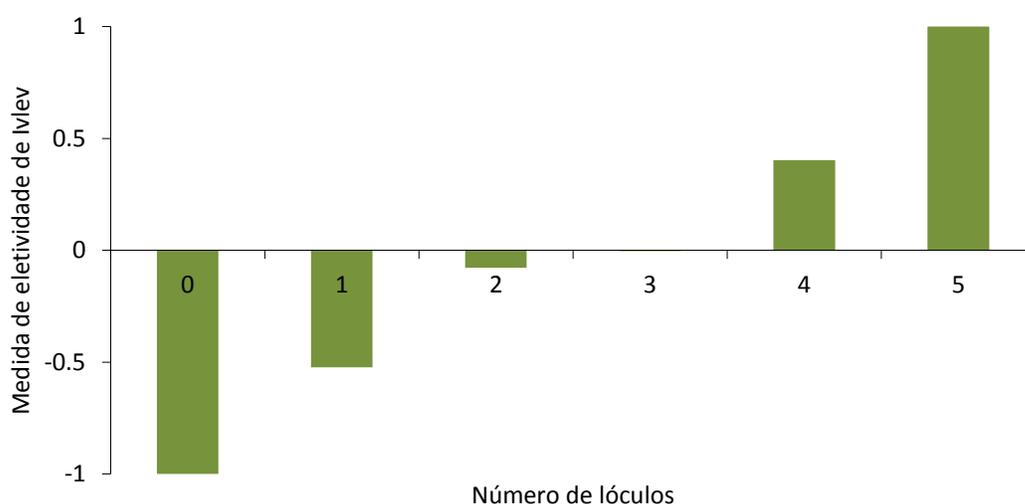


Figura 25: Grau de eletividade de araras-azuis para cada uma das quantidades de lóculos de sementes de acuri encontradas no ambiente.

- Preferências alimentares de araras-azuis por sementes com ou sem exocarpo

Dos experimentos que foram conduzidos com araras-azuis de vida-livre, foi ofertado um total de 1006 sementes de acuri, divididas entre com e sem exocarpo entre as 12 repetições. Destas, 177 sementes sem exocarpo foram consumidas, para apenas 88 com exocarpo. Através do Teste de Wilcoxon pode-se averiguar que a diferença é significativa, ou seja, araras-azuis

preferiram se alimentar de sementes que tiveram seu exocarpo removido ($Z=2,756$; $P=0,006$)

(Figura 26).

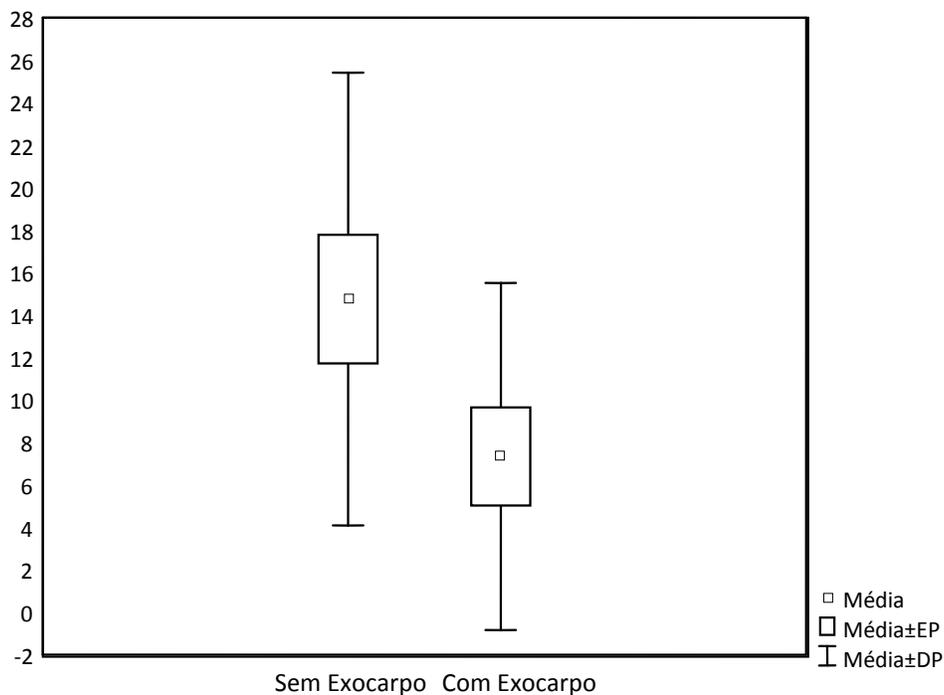


Figura 26: Box e Whisker-Plot das médias e seus respectivos erros e desvios padrões das sementes de acuris com e sem exocarpo que foram comidas por araras-azuis durante os experimentos.

- Preferências alimentares de araras-azuis por sementes com ou sem larvas de besouro

Tanto araras-azuis de vida livre, quanto o indivíduo mantido em cativeiro não exibiram preferência entre sementes com ou sem larvas de besouro em seu interior ($Z=0,474$; $P=0,635$ e $Z=1,098$; $P=0,272$; respectivamente). Do total de 610 sementes utilizadas nos experimentos com indivíduos de vida livre, araras-azuis romperam e se alimentaram do conteúdo do interior de 106 sementes sem e 96 sementes com larva de besouro. Para a arara-azul cativa, do total de 280

sementes utilizadas nos experimentos, o indivíduo se alimentou de 50 sementes sem larva para 35 com larva de besouro.

- Ingestão de larvas de besouro por araras-azuis

Não foi observado o comportamento de expelir ou rejeitar larvas de besouro durante as observações dos experimentos com araras-azuis de vida livre. Também não foram encontrados vestígios de larvas ao inspecionar os locais dos experimentos. Devido à maior proximidade com o indivíduo mantido em cativeiro, foi possível observá-lo remover larvas de besouro do interior dos lóculos das sementes de acuri, manuseá-las por um instante com o bico e ingeri-las. Isso permite inferir que araras-azuis de vida livre também ingerem larvas de besouros presentes dentro de sementes de acuri.

DISCUSSÃO

Há presença de frutos verdes por palmeiras de acuri durante todo o ano, e é no período seco que há um maior número de cachos de frutos verdes tardios. Tais frutos já possuem endosperma formado em seu interior, sendo passíveis de serem consumidos. Sendo assim, araras-azuis têm nos acuris um recurso disponível durante todo o ano, especialmente no período seco, para se alimentarem. Mesmo que menos palmeiras de acuris durante o período úmido estejam frutificando, é possível presenciar grande quantidade de cachos de frutos verdes tardios e maduros. Apesar de estes recursos estarem distribuídos entre poucos indivíduos de palmeiras, sua

quantidade deve ser suficiente para sustentar a população de araras-azuis aí existente, sendo isso também averiguado por Guedes (1993).

Para as palmeiras de bocaiuva um padrão semelhante foi visto, com exceção ao que concerne à época de concentração de frutos verdes tardios: para bocaiuvas ocorre entre o período úmido e o seco. De igual maneira, araras-azuis tem em frutos produzidos por bocaiuvas, um recurso presente o ano inteiro nesta região.

Os dados fenológicos de acuri e bocaiuva encontrados neste trabalho evidenciam a importância de palmeiras como fonte alimentar de animais durante todo o ano, inclusive em períodos em que pode não haver produção de outros frutos, corroborando com estudos como o de Genini *et al.* (2009).

Tanto para acuri como para bocaiuva, sementes sem exocarpo e sementes velhas são mais predadas por larvas de besouros, do que sementes com exocarpo e sementes novas, conforme encontrado para *Attalea phalerata* por Rios (1998), e para outras espécies de Arecaceae por Janzen (1971), Wright (1983), Delgado *et al.* (1997). De tal maneira, Silvius e Fragoso (2002) notaram que sementes de outra espécie de *Attalea* sofreram pico de oviposição por besouro somente após seis semanas de exposição, apenas quando os frutos tinham seu exocarpo mais apodrecido, e ainda assim, estes continham menor número de ovos quando comparados à sementes sem o exocarpo. Os autores explicam que isso pode ocorrer devido à necessidade de uma abertura que libere o poro germinativo para que as larvas de primeiro instar possam entrar por aí e atingir o endosperma, uma vez que o exocarpo pode agir como barreira. Também devido ao fato de que, quanto mais tempo no ambiente, mais exposta a semente fica à predação por besouros.

Do mesmo modo, as araras-azuis mostraram uma clara preferência por sementes sem exocarpo nos experimentos. Este comportamento de predileção ao consumo de tais sementes pode ser interpretado através de duas aproximações: a primeira consiste na ideia de que araras-azuis preferem se alimentar de sementes cujo exocarpo já fora removido, por serem mais fáceis de manipular e demandarem menor tempo de manipulação (Guedes 1993, Borsari 2010). Além de serem sementes mais fáceis de manipular, uma segunda aproximação consiste em, considerando que as larvas de besouros proveem uma melhor qualidade alimentar do que o endosperma da semente, e sementes sem exocarpo têm maior possibilidade de conterem larvas em seu interior, é provável que araras prefiram consumir estas sementes para aumentar a probabilidade de ingerirem as larvas, aumentando seu aporte energético. Esta é uma hipótese sugerida através dos resultados deste trabalho e que, todavia, ainda precisa ser estudada.

Sementes que passaram naturalmente por esse processo de remoção do exocarpo são aquelas que tiveram seu exocarpo comido por algum animal, ou que já estão há algum tempo no solo e o fruto foi submetido à, por exemplo, decomposição por fungos, bactérias ou pela ação do clima. Devido a esta preferência das araras-azuis, é comum observá-las se alimentando de acuri que foi ingerido, ruminado e teve sua semente rejeitada pelo gado, encontrando-se concentradas nos locais onde o gado descansa (Yamashita 1997).

Para as duas espécies de sementes é possível observar um padrão na predação por besouros, sendo que durante o período úmido a maior predação ocorre em áreas fechadas. Enquanto no período seco as proporções de predação por besouros nas sementes foram semelhantes entre as áreas. Assim, o desenvolvimento dos besouros pode estar associado ao período, e no caso do Pantanal, aos ciclos de cheia e seca. É possível que grande parte das áreas abertas se inunde durante o período úmido, uma vez que a declividade dos locais de coleta de

áreas fechadas permite o desenvolvimento das cordilheiras e capões, justamente por não inundarem com as cheias (Damasceno *et al.* 1996; Seleme *et al.* 2008). Também devido ao fato que besouros adultos usam folhas retorcidas como refúgio (Janzen 1980), é provável que áreas fechadas sejam preferidas pelos adultos, pois contam com serapilheira.

Mesmo não tendo este trabalho avaliado o local de alimentação mais frequentemente usado pelas araras-azuis, estudos anteriores (Guedes 1993, Guedes 1995, Carciofi 2000) mostraram que sua alimentação se dá principalmente em áreas abertas. No entanto, é mais provável que este comportamento não responda à presença de besouros em sementes, senão a questões de maior risco de predação em áreas fechadas do que em abertas.

Ao se alimentarem em áreas abertas no período seco, araras-azuis obtêm um aporte proteico maior do que durante o período úmido. Isso possibilita um aporte proteico às araras-azuis durante o período de postura e incubação dos ovos, uma vez que o pico destes momentos se dá entre julho a setembro (Guedes 2009), período justamente ao qual Carciofi (2000) atribuiu como provável para que ocorra um déficit proteico às fêmeas de araras-azuis. Ingerir larvas pode prover aporte proteico suficiente para que as araras manejem seus gastos energéticos nesse período, sem entrarem em déficit. Como nesse período a probabilidade de encontrarem sementes com larvas é de 51%, alimentar-se de uma em cada duas sementes com larvas pode ser suficiente para suprir o déficit proposto por Carciofi (2000). Mesmo que os cálculos propostos por Carciofi (2000) tenham limitações para inferência em indivíduos de araras-azuis de vida livre, sugere-se a elaboração de novos cálculos considerando as qualidades nutricionais da larva, frente à sua frequência no ambiente. É possível que araras-azuis não exibam preferência em selecionarem sementes com as larvas, se esse aporte já lhe for suficiente.

Araras-azuis preferem se alimentar de sementes com maior número de lóculos. Isso pode ser devido a três suposições diferentes, mas não necessariamente excludentes: a primeira é que sementes com maior número de lóculos teriam paredes mais delgadas rodeando os endospermas e rompê-las pode ser mais rápido e demandar menos força. Uma segunda razão é que sementes com mais lóculos possuiriam maior conteúdo alimentar. E a terceira é que, quanto mais lóculos tenha a semente, maior probabilidade de ela estar infestada com larva de besouro em seu interior. Falta averiguar quais destas razões são mais passíveis de ocorrência, bem como estudar como as araras-azuis reconhecem a quantidade de lóculos em uma semente antes de consumi-las.

Araras-azuis se alimentam de sementes com e sem larvas de besouro em iguais proporções, não possuem preferências por nenhum desses tratamentos. Ao ingerir estas larvas, a arara-azul pode receber um aporte proteico maior do que se alimentasse somente do endosperma das sementes, como inclusive foi sugerido por Carciofi (2000). O tempo de forrageio que cada arara-azul leva para romper e esvaziar sementes (Guedes 1993, Borsari 2010), além de ser compensado pelas qualidades nutricionais do endosperma, pode vir a ser compensado também por este aporte proteico. É possível que as araras não selecionem preferencialmente as sementes devido ao fato de que, como evidenciado pelos dados morfométricos, tais sementes são semelhantes, além de não serem diferenciáveis a olho nu. É provável também que a diferença (estatística) encontrada para o peso de sementes com e sem larvas de besouro não seja identificável pelas araras-azuis, a ponto de que possam distingui-las e selecioná-las. Sementes com larvas de besouro são ligeiramente mais leves, devido provavelmente, aos gastos energéticos da larva, uma vez que ela se alimenta unicamente do endosperma e vive exclusivamente no interior das sementes. Essa inabilidade das araras-azuis em eleger entre sementes com e sem larvas pode ser revertida, como dito anteriormente, ao selecionar as sementes já sem o exocarpo, que são as proporcionalmente mais predadas por estes insetos.

De fato, o presente trabalho mostrou que existe interação tri-trófica entre palmeiras, larvas de besouro, e arara-azul. A arara-azul pode atuar como predadora de larvas de besouro, quando estas estão presentes no interior das sementes as quais ela se alimenta. Nestes casos, a arara-azul deixaria de ser apenas consumidora primária, para exercer predação intra-guilda, ocupando um terceiro nível trófico, vindo a ser consumidora secundária. Este comportamento alimentar das araras-azuis possui poucos registros, e todos eles por indivíduos mantidos em cativeiro (Borsari e Ottoni 2005, Corrêa *com.pess.*). Dentre a família dos psitacídeos os registros também são poucos, sendo conhecida apenas uma espécie que também possui dieta exclusivamente granívora e se alimenta de larvas de coleóptera, o *Pezoporus wallicus* (McFarland 1991, Koutsos *et al.* 2001).

Esta interpretação reabre a discussão sobre o possível déficit proteico proposto por Carciofi (2000) para as araras-azuis, condição que pode ser averiguada inclusive para outras localidades onde ocorre a infestação das sementes por besouros. Guedes (1993) ainda observou em duas ocasiões um casal de adultos de araras-azuis se alimentando de acuris no solo dentro de capões onde tinham seus ninhos e enquanto incubavam ovos. Esta situação poderia conferir a vantagem da busca de alimento nas proximidades do ninho, sem a necessidade de deixar o filhote desatendido por muito tempo, ou representar um aporte proteico a estes indivíduos, justamente no período em que a demanda de energia e proteína é maior para as fêmeas, ou ainda o fato de haver alimento somente naquele local (Carciofi 2000).

Este estudo abordou sob distintas óticas, as preferências alimentares de uma ave considerada vulnerável (Machado 2008), a fenologia de seu alimento, e as relações espaço-temporais com outro predador de sementes. A elaboração de planos de manejo com a finalidade de conservar as araras-azuis depende, portanto, de estudos que visem mais informações sobre sua

história natural e os mecanismos, processos, padrões e interações que integram sua ecologia e fisiologia.

REFERÊNCIAS BIBLIOGRÁFICAS

Allem, A.C. & Valls, J.F.M. 1987. **Recursos forrageiros nativos do Pantanal Mato-grossense**. Brasília, EMBRAPA-CENARGEM.

Andreazzi, C.S., Pires, A.S. & Fernandez, F.A.S. 2009. Mamíferos e palmeiras neotropicais: interações em paisagens fragmentadas. **Oecologia Brasiliensis**, 13: 554-574.

Antas, P.T.Z., Carrara, L.A., Yabe, R.S., Ubaid, F.K., Oliveira-Junior, S.B.O., Vasques, E.R. & Ferreira, L.P. 2010. **A arara-azul na Reserva Particular do Patrimônio Natural SESC Pantanal**. Rio de Janeiro, SESC Departamento Nacional.

Begon, M., Townsend, C.R. & Harper, J.L. 2006. **Ecology: from individuals to ecosystems** (4ªed.) Oxford, Blackwell Publishing.

Borsari, A. 2010. **Uso de ferramentas por araras azuis (*Anodorhynchus hyacinthinus*) e identificação de causa-e-efeito por alguns psitacídeos neotropicais**. Tese de doutorado. São Paulo. Instituto de Psicologia da Universidade de São Paulo, USP.

Borsari, A; Ottoni, E.B. 2005. Preliminary observations of tool use in captive hyacinth macaws (*Anodorhynchus hyacinthinus*). **Anim. Cogn.** 8:48-52.

Brandt, A. & Machado, R.B. 1990. Área de alimentação e comportamento alimentar de *Anodorhynchus leari*. **Ararajuba**, 1:57-63.

Cadavid Gracia, E.A. 1984. **O clima no pantanal Mato-grossense**. Corumbá, EMBRAPA-UEPAE.

Carciofi, A. 2000. **Contribuição ao estudo da alimentação da arara-azul (*Anodorhynchus hyacinthinus*, Psittacidae, Aves) no pantanal**. Tese de doutorado. São Paulo. Faculdade de Medicina Veterinária e Zootecnia da Universidade de São Paulo, USP.

Cody, M.L. 1985. **Habitat selection in birds**. London. Academic Press, Inc.

Coleman, R.A. 2008. Overestimations of food abundance: predator responses to prey aggregation. **Ecology**, 89:1777–1783.

Coutinho, L.M. 2006. O conceito de bioma. **Acta bot. bras.**, 20:1-11.

Crawley, M.J. 1992. Seed predators and plant population dynamics. In: Fenner, M. (Ed.) **Seeds: the Ecology of Regeneration in Plant Communities**. CAB International, Wallingford, pp. 157–191.

Damasceno, G., Bezerra, M.A., Bortolotto, I.M. & Pott, A. 1996. Aspectos florísticos e fitofisionômicos dos capões do Pantanal do Abobral. In: **II Simpósio Sobre Recursos Naturais e Sócio-Econômicos do Pantanal. Anais**. Corumbá, EMBRAPA Pantanal.

Delobel, A., Couturier, G., Kahn, F. & Nilsson, J.A. 1995. Trophic relationships between palms and bruchids (Coleoptera Bruchidae: Pachymerini) in Peruvian Amazonia. **Amazoniana**, 13:209-219.

Delgado, C., Couturier, G. & Delobel, A. 1997. Oviposition of seed-beetle *Caryoborus serripes* (Sturm) (Coleoptera: Bruchidae) on palm (*Astrocaryum chambira*) fruits under natural conditions in Peru. **Annals of the Society of Entomology**, 33:405-409.

Fenner, M. 1985. **Seed Ecology**. Chapman and Hall. London UK.

Ferretti, V., Llambías, P.E. & Martin, T.E. 2005. Life-history variation of a neotropical thrush challenges food limitation theory. **Proceedings of the Royal Society**, 272:769-773.

Forshaw, J.M. 1989. **Parrots of the world** (1st ed). Lansdowne Editions, Melbourne.

Galetti, M., Donatti, C., Pires, A., Guimarães Jr, P. & Jordano, P. 2006. Seed survival and dispersal of an endemic Atlantic forest palm: the combined effects of defaunation and forest fragmentation. **Botanical Journal of the Linnean Society**, 151: 141-149.

Garcia, A.H., Vieira, J.R. & Costa, M.G.G. 1979. Contribuição ao conhecimento da biologia do *Pachymerus nucleorum* Fabr.,1972 (Bruchidae-Coleoptera) em *Syagrus oleraceae* Mart. (Palmae). **Anais da E.A.V. – UFG**. Ano 9, n^o1.

Genini, J., Galetti, M. & Morellato, L.P.C. 2009. Fruiting phenology of palms and trees in an Atlantic rainforest land-bridge island. **Flora**, 204:131–145.

Gotelli, N.J. & Ellison, A.M. 2011. **Princípios de estatística em Ecologia**. Porto Alegre: Artmed.

Gras, R. & Saint-Jean, L. 1982. Comments about Ivlev's electivity index. **Rev. Hydrobiol. trop.** 15: 33–37.

Guedes, N.M.R. 1993 **Biologia reprodutiva da arara-azul (*Anodorhynchus hyacinthinus*) no Pantanal MS, Brasil**. Dissertação de mestrado. Universidade de São Paulo, Piracicaba, São Paulo.

Guedes, N.M.R. 1995. Alguns aspectos sobre o comportamento reprodutivo da arara-azul (*Anodorhynchus hyacinthinus*) e a necessidade de manejo para a conservação da espécie. **Anais de etologia**, 13:274-292

Guedes, N.M.R. 2002 The hyacinth macaw project in the South Pantanal, Brazil. **Annals of the Vth International Parrots Convention**, pp.163-174. Tenerife, Spain.

Guedes, N.M.R. 2009. **Sucesso reprodutivo, mortalidade e crescimento de filhotes de araras-azuis *Anodorhynchus hyacinthinus* (Aves, Psittacidae) no Pantanal, Brasil.** Tese de doutorado. Botucatu. Instituto de Biologia de Botucatu, Universidade Estadual Paulista “Julio de Mesquita Filho”, Unesp.

Guedes, N.M.R., Bianchi, C.A. & Barros, Y. 2008. *Anodorhynchus hyacinthinus*. In Machado A.B.M., Drummond G.M. & Paglia A.P. (orgs.) **Livro Vermelho da fauna brasileira ameaçada de extinção** (1.ed.) Brasília, DF: MMA; Belo Horizonte, MG: Fundação Biodiversitas.Brasília.

Henderson, A. 2002. **Evolution and Ecology of Palms**. The New York Botanical Garden Press, New York.

Holt, R.D. & Krimbell, T. 2007. Foraging and population dynamics. In Stephens, D.W., Brown, J.S, & Ydenberg, R.C. (eds) **Foraging: Behavior and Ecology**. The University of Chicago Press. Chicago, USA.

Hulme, P.E. & Benkman, C.W. 2002. Granivory. In: Herrera, C.M. & Pellmyr, O. (eds) **Plant-animal Interactions: An Evolutionary Approach**. Blackwell, Oxford.

Janzen, D.H. 1971. The fate of *Scheelea rostrata* fruits beneath the parent tree: predispersal attack by bruchids. **Principes**, 15:89-101.

Janzen, D.H. 1980. Specificity of Seed-Attacking Beetles in a Costa Rican Deciduous Forest. **Journal of Ecology**, 68:929-952.

Johnson, C.D. Zona, S. & Nilsson, J.A. 1995. Bruchid beetles and palm seeds: recorded relationships. **Principes** 39:25–35.

Grenha, V., de Macedo, M.V. & Monteiro, R.F. 2007. Predação de sementes de *Allagoptera arenaria* (Gomes) O’Kuntze (Arecaceae) por *Pachymerus nucleorum* Fabricius (Coleoptera, Chrysomelidae, Bruchinae). **Revista Brasileira de Entomologia** 52:50-56.

Koutsos, E.A.; Matson, K.D.; Klasing, K.C. 2001. Nutrition of Birds in the Order Psittaciformes: A Review. **Journal of Avian Medicine and Surgery**. 15(4):257–275.

Lima Borges, P.A. & Tomas, W.M. 2004. **Guia de rastros e outros vestígios de mamíferos do Pantanal**. Corumbá: Embrapa Pantanal. 139 p.

Lorenzi, H. 1996. **Palmeiras do Brasil: exóticas e nativas** (1 ed.). Nova Odessa: Editora Plantarum. São Paulo.

Machado, A.B.M., Drummond, G.M. & Paglia, A.P. 2008. **Livro Vermelho da Fauna Brasileira Ameaçada de Extinção**. (1. ed.) Brasília, DF: MMA. Biodiversidade 19.

Marshall, M.R. & Cooper, R.J. 2004. Territory size of a migratory songbird in response to caterpillar density and foliage structure. **Ecology** 85:432-445.

McFarland, D.C. 1991. The Biology of the Ground Parrot, *Pezoporus wallicus*, in Queensland. I. Microhabitat Use, Activity Cycle and Diet. **Wildl. Rex**: 18, 169-84.

Munn, C.A., Thomsen, J.B. & Yamashita, C. The hyacinth macaw. In: **Audubon Wildlife Report 1989/1990**. New York, 1990, p. 404-19.

Newton, I. 1998. **Population limitation in birds**. Academic Press. London, UK.

- Newton, I. 2008. **The migration ecology of birds**. Academic Press. London, UK.
- Peres, C.A. 1994. Composition , density and fruiting phenology of arborescent palms in an Amazonian terra firme forest. **Biotropica** 26:285-294.
- Pyke, G.H., Pulliam, H.R. & Charnov, E.L. 1977. Optimal Foraging: a selective review of theory and tests. **Quarterly Review of Biology** 52:137-154.
- Pyke, G.H. 1984. Optimal Foraging Theory: A Critical Review. **Ann. Rev. Ecol. Syst.** 15:523-575.
- Quiroga-Castro, V.D. & Roldán, A.I. 2001. The Fate of *Attalea phalerata* Seeds (Palmae) Dispersed to a Tapir Latrine. **Biotropica** 33 (3):472-477.
- Rios, R.S. 1998. **Ecología de la Depredación de Semillas de *Attalea phalerata* (Palmae) por *Pachymerus nucleorum* (Bruchidae) en Islas de Bosque de la Estación Biológica Beni**. Tese de licenciatura. Universidad Mayor de San Andrés, La Paz, Bolivia.
- Rios, R.S. 2006. The Effect of Dung and Dispersal on Postdispersal Seed Predation of *Attalea phalerata* (Arecaceae) by Bruchid Beetles. **Biotropica** 38:778–781.
- Schneider, L., Serberna, A.L. & Guedes, N.M.R. 2006. Behavioral Categories of Hyacinth Macaws (*Anodorhynchus hyacinthinus*) during the Reproductive Period, at South Pantanal, Brazil. **Revista de Etologia** 8:71-80.
- Seleme, E.P., Salomão, A.K.D., Bueno, M.L., Pontara, V. & Fava, W.S. 2008. Estudo florístico e fitossociológico em capões no Pantanal de Miranda, Mato Grosso do Sul. In: **IX Simpósio Nacional Cerrado e II Simpósio Internacional Savanas Tropicais**. Brasília, DF.

Sick, H. 1985. **Ornitologia Brasileira, uma introdução**. Volume I: 478 págs. Volume II: 827 págs. Edit. Univers. De Brasilia. Brasília.

Silva, J.S.V. & Abdon, M.M. 1998. Delimitação do Pantanal Brasileiro e suas Sub-Regiões. **Pesq. agropec. Brás** 33:1703-1711.

Silvius, K.M. & Fragoso, J.M.V. 2002. Pulp handling by vertebrate seed dispersers increases palm seed predation by bruchid beetles in the northern Amazon. **Journal of Ecology** 90:1024-1032.

Wiens, J.A. 1984. Resource systems, populations, and communities. In: Price, P.W., Slobodchikoff C.N. & Gaud W.S. (eds.). **A new ecology. Novel approaches to interactive systems**. Wiley, pp. 397–436.

Wiens, J.A. 1989. **The Ecology of Bird Communities: Processes and Variations**. (vol.2.) Cambridge University Press, Cambridge, UK.

Wright, S.J. 1983. The dispersion of eggs by a bruchid beetle among *Scheelea* palm seeds and the effect of distance to the parent palm. **Ecology** 64:1116-1021.

Yamashita, C. 1997. *Anodorhynchus* macaws as followers of extinct megafauna: an hypothesis. **Ararajuba** 5:176-182.

Yamashita, C. & Valle, M.P. 1993. The linkage between *Anodorhynchus* Macaws and the palm nuts and the extinction of the Glaucous Macaw. **Bull. Brit. Orn. Club**.113: 53-60.

Zar, J.H. 2010. **Bioestatistical Analisis** (5th ed) Prentice Hall. New Jersey.