



FUNDAÇÃO UNIVERSIDADE FEDERAL DE MATO GROSSO DO SUL
CENTRO DE CIÊNCIAS BIOLÓGICAS E DA SAÚDE
PROGRAMA DE PÓS-GRADUAÇÃO EM BIOLOGIA ANIMAL

**EFEITO DA DENSIDADE SOBRE A REMOÇÃO SECUNDÁRIA DE ENDOCARPOS DE
“BARU” (*DIPTERYX ALATA* VOGEL) POR ROEDORES EM REMANESCENTES DE
CERRADO**

João Paulo dos Santos Vieira de Alencar

Dissertação apresentada à Fundação
Universidade Federal de Mato Grosso
do Sul, como requisito à obtenção do
título de Mestre em Biologia Animal.
Área de concentração: Zoologia

Orientador: José Ragusa Netto

Campo Grande, MS

Março, 2015

**Efeito da densidade sobre a remoção secundária de endocarpos de
“Baru” (*Dipteryx alata* Vogel) por roedores em remanescentes de
cerrado**

João Paulo dos Santos Vieira de Alencar

Orientador: José Ragusa Netto

Composição da banca examinadora:

Dr. Rudi Ricardo Laps (UFMS - Presidente)

Dr. Hélder Silva e Luna (UFMS)

Dr. João Donizete Denardi (UEMS)

Dr^a. Rosilene Rodrigues Silva (VALE)

Dr^a. Sáuria Lúcia Rocha de Castro (UEMS)

Campo Grande, MS

Março, 2015

Agradecimentos

Sobretudo àqueles que sempre me apoiaram, amigos, colegas e familiares ressaltando-se:

Maria Neuza dos Santos (Mãe): De longe a pessoa que mais me incentivou e me apoiou nos momentos mais complicados dessa jornada, sempre me jogando pra cima e fazendo enxergar o quão pequenos alguns problemas do dia a dia são, perto de tantos outros males que existem por aí. Obrigado por todo o amor, confiança e boas inspirações depositadas em mim, eu te amo!

José Ragusa Netto (Orientador e amigo): Uma das pessoas que mais me inspirou em seguir a carreira de pesquisador, abriu meus olhos para uma nova vertente de pesquisas de alto nível. Com puxões de orelha e uma boa dose de “tem que ler mais”, me fez amadurecer as ideias do ponto de vista científico, bem como, entender que os caminhos da ciência não são fáceis de se percorrer, e que se bem trilhados sempre trarão orgulho e satisfação.

Sérgio Roberto Posso (Amigo): Juntamente com o professor José Ragusa Netto, outra pessoa fantástica em que sempre procuro inspiração. Se hoje me torno um mestre é por ter desde o início admirado esses dois profissionais que sempre me arrancam elogios e me fazem seguir em frente nesse caminho. Obrigado!

Marcos José Wolf (Amigo): Como não agradecer esse sujeito? Sempre junto compartilhando os puxões de orelha do Ragusa, e dividindo todas as atividades relacionadas às nossas pesquisas. Se um dia perguntarem o que tanto fazemos no mestrado, uma coisa a gente pode garantir: “A gente ralou muito” kkkkk. Os Barus que o digam. Valeu meu companheiro por ter participado de maneira tão especial dessa caminhada.

Gabriel Nakamura e Erison Monteiro (Amigos): Obrigado por tantas sugestões e ajuda com tantas coisas que eu tive dificuldade, vocês com certeza me ajudaram a erguer a cabeça e superar de frente diversas dificuldades que surgiram no decorrer desse período tão complicado. Obrigado por toda amizade e confiança depositadas em mim, se colho frutos desse trabalho com certeza foi porque vocês me ajudaram a cuidar do que plantei.

Amigos de Três Lagoas: Marina Fujii e Gabriel Guedes, sem palavras para descrever o quanto vocês facilitaram minha vida aqui em Campo Grande. Obrigado por compartilhar

tantos momentos de felicidade comigo, as recordações que tenho se propagarão por toda a eternidade, tenho certeza disso.

As estagiárias do Laboratório de Ecologia de Sementes, Irídia e Juliana, e a toda uma galera que não caberia em uma página dessa dissertação pela ajuda no preparo dos endocarpos.

A Eduardo Rocha Pires por auxiliar no uso de algumas ferramentas do Google Earth, pela recepção prontificada para hospedagem em sua casa e por todo tempo investido em discussões sobre nossos trabalhos e assuntos aleatórios (mais frequentes).

Aos times de Rugby: Guaicurus Três Lagoas Rugby Clube, por ter me apresentado esse fabuloso esporte e ajudar a superar os momentos difíceis sempre com muito companheirismo. Campo Grande Rugby Clube, por ter me recebido de braços abertos depois de tantos jogos como adversários. Galera, com vocês eu sempre tive um refúgio para poder respirar, reanalisar meus defeitos e me esforçar para superá-los. Por mais doloroso que fosse superar algum problema do dia a dia, vocês me lembravam que um tackle pode doer muito mais e que aquilo tudo seria passageiro. Porque “Se cair vão levantar”; “AUÊ!”

Um agradecimento especial a todos aqueles que ou me deram carona ou puderam me hospedar durante as idas e vindas de Campo Grande a Três Lagoas para a realização desse trabalho.

Aos membros da banca: Professor Doutor Helder Silva e Luna, Professor Doutor João Donizete Denardi, Professora Doutora Rosilene Rodrigues Silva, Professor Doutor Rudi Laps e Professora Doutora Sáuria Lúcia Rocha de Castro, por suas valiosas contribuições à versão final desse trabalho.

A secretária Liliane pela paciência e por toda ajuda na questão burocrática, muito obrigado.

A banca de qualificação, pelas sugestões de como melhorar meu trabalho.

A FUNDECT pela concessão da bolsa ao final do primeiro ano do curso.

A todos os acima citados e aos que por algum motivo não aparecem no texto, mas que sabem da sua participação na minha caminhada de graduando a mestre, muito obrigado!

Apresentação

Esta dissertação é composta de um manuscrito de artigo científico completo, escrito conforme as normas do periódico *Brazilian Journal of Biology*. Para atender as normas do Programa de Pós-Graduação em Biologia Animal, o texto foi escrito em língua portuguesa e o espaçamento entre linhas adotado para o texto foi de 1,5 (Exceto para legendas de figuras).

Para facilitar a leitura, tabelas e figuras e suas respectivas legendas estão inseridas ao longo do texto.

ÍNDICE

Agradecimentos	4
Apresentação	6
Introdução Geral	8
Capítulo 1: Efeito da densidade sobre a remoção secundária de endocarpos de “Baru” (<i>Dipteryx alata</i> Vogel) por roedores em remanescentes de cerrado.....	10
<i>Abstract</i>	11
Resumo.....	12
Introdução.....	13
Material e Métodos.....	16
Resultados.....	20
Discussão.....	29
Referências bibliográficas.....	33
Anexo: Normas prescritas pelo periódico.....	40

Introdução Geral

O mutualismo entre mamíferos e plantas tem importantes implicações para a biologia e a conservação de ambas as partes, os mamíferos por se beneficiarem energeticamente e as plantas por terem suas sementes dispersas para um local distante da planta mãe, o que amplia as suas chances de sobrevivência (Janzen, 1970; Willson, 1993; Strauss e Irwin, 2004). Entre os mamíferos, os roedores representam a maior ordem, com espécies variando amplamente em tamanho e hábitos alimentares (Bonvicino *et al.*, 2008; Reis *et al.*, 2011). Destaca-se a importância da família Dasyproctidae como predadores e dispersores de sementes, o que influencia diretamente a dinâmica populacional de diversas espécies vegetais, devido sua ampla abundância e distribuição (Forget e Milleron, 1991; Salm, 2005; Bonvicino *et al.*, 2008).

O gênero *Dasyprocta* distribui-se do norte da Argentina até o sul do México, e ocorre em todo território nacional (Feldhamer *et al.*, 1999) contendo nove espécies nativas comumente conhecidas como cutias (lack-Ximenes, 1999). As espécies desse gênero apresentam tamanho muito grande (comprimento do corpo variando de 375mm à 675mm), patas longas e finas, dorso longo e curvado além de uma cauda vestigial nua. A coloração da pelagem do dorso varia nas diferentes espécies entre cinza-oliváceo e castanho-escuro, sendo encontradas também, pelagens entre amarelo-claro e laranja-avermelhada (lack-Ximenes, 1999). As cutias são diurnas e crepusculares, vivem em pares permanentes reproduzindo-se ao longo do ano e tendo duas ninhadas com um à três filhotes (Reis *et al.*, 2011). Além disso, apresentam hábito terrestre e se alimentam de frutas, sementes, raízes, várias plantas suculentas e em alguns casos, matéria animal (Henry, 1999).

Embora o hábito alimentar do gênero *Dasyprocta* seja bastante variado, a relevância de sementes na dieta de suas espécies é bem documentada na literatura (e. g. Henry, 1999). Os roedores, de médio e grande porte, de um modo geral estão associados à predação e eventual dispersão em especial de espécies vegetais com sementes grandes e de elevado valor nutritivo (Fenner, 2000; Salm, 2005).

No passado, diversos estudos consideravam a remoção de sementes dos locais que haviam alcançado após um evento de dispersão primário, como um fator que invariavelmente determinava sua predação, entretanto, o ponto de vista de que a dispersão de sementes é um processo com múltiplos passos proporcionados por duas ou mais formas de locomoção vem mudando as interpretações sobre as interações entre agentes dispersores e plantas dispersas (revisto por Vander Wall, 2005), e enfatizando a importância de se conhecer o real destino das sementes detectadas por potenciais predadores/dispersores como os roedores.

Estudos experimentais sobre remoção secundária por roedores são eficientes para prover informações sobre a dinâmica das sementes após um primeiro evento de dispersão (Vander Wall, 2005), e assim preencher as lacunas no conhecimento sobre como as características de uma área específica (e. g. fragmentação do habitat) ou das sementes utilizadas (e. g. massa, defesa contra predadores, densidade numérica) influenciam as taxas de predação e dispersão (e. g. Galetti *et al.*, 2010; Kuprewicz, 2013). Além disso, fornecem métodos padronizados que podem ser replicados e testados sob quaisquer condições que se desejar analisar.

O artigo apresentado é resultado de uma investigação sobre como a comunidade de grandes roedores reage à variação experimental na densidade de sementes de “Baru” *Dipteryx alata* Vogel, uma espécie abundante no Cerrado e que apresenta pico de frutificação na estação seca (Oliveira e Sigrist, 2008), e como essa interação pode nos auxiliar a entender o processo de regeneração desse bioma, bem como compreender o efeito da variação sazonal na oferta de recursos sobre a interação de predação/dispersão que acontece entre esses grupos.

**Efeito da densidade sobre a remoção secundária de endocarpos de “Baru”
(*Dipteryx alata* Vogel) por roedores em remanescentes de cerrado**

Remoção secundária por roedores no Cerrado

João Paulo dos Santos Vieira-Alencar^{a*} e José Ragusa-Netto^b

^aPrograma de Pós-Graduação em Biologia Animal, Universidade Federal de Mato Grosso do Sul – UFMS, Av. Costa e Silva – Universitário, 79070-900, Campo Grande, Brasil.

*e-mail: joaopaulo.valencar@hotmail.com

^bDepartamento de Ciências Naturais, Campus de Três Lagoas, Universidade Federal de Mato Grosso do Sul, Av. Ranulpho Marques Leal, 3484, CP 210, CEP 79610-100, Três Lagoas, MS, Brasil.

(Com 6 figuras)

Palavras chave: *Dasyprocta*, *Dipteryx alata*, Dispersão de sementes, Sazonalidade, Disponibilidade de recursos

Key-words: *Dasyprocta*, *Dipteryx alata*, Seed dispersal, Seasonality, Resources availability

Abstract

Pre-dispersal seed predation and secondary seed dispersal are both high important ecological process in tropics due to its influence on plant community structure. These interactions are made by a high invertebrate and vertebrate diversity, and it is believed that the available seed density can determinate it. We experimentally simulated the deposition pattern of *Dipteryx alata* endocarps, in piles with five, 15 and 30 endocarps, in trails within three Brazilian cerrado remnants in contrasting seasonal stations. These piles suffer secondary removal by medium to large sized rodents, which can both, consume or scatterhoarding these seeds to future consumption. We analyzed the proportion of removed, predated and dispersed seeds by rodents, as well as the distances within we recover those dispersed. The experimental seed density did not influence seed removal, predation or dispersal proportions, but the differences on the overall resources availability due to seasonal variations had significant participation in the rodent decision making. The seed dispersal proportion was higher in dry season while in the wet season seed predation was higher than that. The dispersal distance was significantly higher to those seeds removed for piles with 30 endocarps in the wet season, but did not differ between the densities in dry season. The outcomes show the importance of large rodents as efficient large-seeds dispersers in Brazilian cerrado, also suggest that the food scatterhoarding behavior can be related to resource protection against competitors rather than to long-term resource storage, and reinforce the importance of seasonal fluctuations on resource availability as determinant factor of the rodent dispersal behavior in Brazilian cerrado.

Resumo

Efeito da densidade sobre a remoção secundária de endocarpos de “Baru” (*Dipteryx alata* Vogel) por roedores em remanescentes de cerrado. A predação pós-dispersão e a dispersão secundária de sementes são processos ecológicos de elevada importância nos trópicos por influenciarem a estrutura das comunidades vegetais. Essas interações são efetuadas por uma elevada diversidade de organismos e acredita-se que sejam determinadas pela densidade de sementes disponíveis. Simulamos experimentalmente a deposição de endocarpos de *Dipteryx alata* (Fabaceae), em pilhas de cinco, 15 e 30 endocarpos, em trilhas no interior de três remanescentes de cerrado denso em períodos climáticos contrastantes do ano. Pilhas como essas sofrem ação secundária de roedores de médio e grande porte, que podem tanto consumir quanto estocar as sementes dessa espécie para consumo posterior. Analisamos as proporções de remoção, predação, e dispersão feitas por roedores, bem como, as distâncias em que endocarpos dispersos foram encontrados. A densidade experimental de endocarpos não influenciou as proporções de remoção, predação ou dispersão. No entanto, as diferenças na oferta de recursos oriundas do fator sazonal tiveram significativa participação na tomada de decisão dos roedores. A proporção de endocarpos dispersos foi maior na estação seca enquanto que na estação chuvosa a proporção de endocarpos predados foi maior. A distância de dispersão foi significativamente maior para endocarpos removidos a partir de pilhas com densidade 30 na estação chuvosa, mas não diferiu entre as densidades na estação seca. Conclui-se que os roedores de grande porte são eficientes dispersores de grandes sementes no cerrado, e sugere-se que a estocagem de alimento pode estar mais ligada à proteção dos recursos contra competidores do que com a formação de estoques para provimento de recursos a longo prazo. O estudo também mostra a importância das flutuações sazonais na oferta de recursos como fator determinante do comportamento de dispersão de roedores no cerrado.

Introdução

A predação e dispersão de sementes são eventos de elevada importância nos trópicos por influenciarem a estrutura das comunidades vegetais (Janzen, 1970; Howe e Smallwood, 1982; Vander Wall *et al.*, 2005). Esses processos apresentam efeito direto no sucesso reprodutivo das plantas e, conseqüentemente, na regeneração de áreas degradadas (Howe e Smallwood, 1982; Galindo-González *et al.*, 2000). A compreensão dos fatores que influenciam o comportamento dos dispersores, bem como, a real contribuição deles nesse processo, é de fundamental importância para a elaboração de planos de manejo eficientes que contribuam de maneira significativa à conservação das espécies envolvidas (Galindo-González *et al.*, 2000; Vander Wall *et al.*, 2005).

A disponibilidade local de sementes pode determinar a resposta dos predadores (Chauvet *et al.*, 2004; Von Allmen *et al.*, 2004): por exemplo, uma pilha de sementes embaixo de uma árvore frutificando pode atraí-los, e conseqüentemente, contribuir para um aumento na taxa de predação (Janzen, 1970; Romo *et al.*, 2004), ou saciá-los e contribuir para um aumento na sobrevivência de parte dessa população de sementes (Schupp, 1992). Quando os recursos alimentares se tornam escassos para determinada população de predador, a predação de sementes frequentemente se torna densidade-dependente e tende a se concentrar em manchas mais densas de recursos. Por outro lado, quando o recurso é abundante, os predadores de sementes tendem a ficar saciados e é esperado ocorrer predação densidade-dependente negativa (Janzen, 1970; Connell, 1971).

O cerrado é um dos biomas que mais tem sofrido os efeitos da fragmentação para implantação de pastos e monoculturas (Myers *et al.*, 2000). É caracterizado como uma savana neotropical e é considerado um bioma bastante heterogêneo (Ratter *et al.*, 1997). As espécies frutíferas apresentam um padrão de frutificação altamente determinado pelas variações sazonais, sendo que a maior parte dos frutos estão disponíveis sobretudo na estação chuvosa, com pico de disponibilidade em novembro e mantendo-se elevado até fevereiro (Batalha e Mantovani, 2000). Entretanto, diversas espécies que produzem frutos secos apresentam pico de frutificação na estação seca e estão disponíveis para a comunidade de predadores/dispersores nesse período geralmente escasso em frutos carnosos (Terborgh, 1986; Ragusa-Netto, 2006).

Considerando-se o efeito da sazonalidade sobre a oferta de recursos (Van Schaik *et al.*, 1993; Batalha e Mantovani, 2000; Ragusa-Netto, 2006), as hipóteses de predação densidade-dependente ou independente (Janzen, 1970; Connell, 1971; Schupp, 1992), e em

decorrência da variação nas proporções de sementes sobreviventes sob condições contrastantes de disponibilidade de recursos (Chauvet *et al.*, 2004), torna-se necessário comparar a ação de predadores/dispersores de sementes em períodos em que a sazonalidade determine abundâncias díspares de recursos para compreender os processos que determinam a abundância e a distribuição vegetal, bem como, a recuperação de áreas degradadas mediada pela dispersão zoocórica.

O “Baru”, *Dipteryx alata* Vogel (Fabaceae) é uma espécie arbórea encontrada em todo o cerrado do centro-oeste, floresce na estação chuvosa (outubro-janeiro) e apresenta pico de frutificação na estação seca (março-agosto), sendo um importantíssimo recurso para a comunidade de frugívoros nesse período (Oliveira e Sigrist, 2008). Seu fruto apresenta ampla variação de tamanho e peso, o tamanho oscilando entre 4,8 e 5,9 cm com média de $5,21 \pm 0,63$ centímetros e o peso variando de 12,6 a 42,8 gramas e média de $25,68 \pm 7,70$ gramas (Sano *et al.*, 1999). A semente é altamente nutritiva, contendo elevado valor calórico, bem como lipídios e proteínas (Takemoto *et al.*, 2001). Apresenta características típicas de dispersão primária por morcegos, mas é também dispersa por primatas (Romo *et al.*, 2004). O rígido endocarpo que envolve a semente aumenta o investimento energético necessário para que um predador possa consumí-la, o que segundo Vander Wall (2010) favorece a estocagem desta ao invés do consumo imediato.

Espécies vegetais atrativas para morcegos possuem um padrão de deposição de sementes variável. Frutos de famílias com sementes pequenas (e.g. Piperaceae, Moraceae, Solanaceae e Urticaceae) têm suas sementes depositadas durante o voo nas fezes, enquanto frutos com grandes sementes (e.g. *Dipteryx*) são carregados para um poleiro seguro (e.g. folhas grandes de palmeiras), têm sua polpa consumida e em seguida suas sementes são derrubadas ao solo. Frequentemente um morcego pode utilizar o mesmo abrigo mais de uma vez, o que predispõe a formação de pilhas com diversas densidades de sementes (Howe, 1989). Esse padrão de deposição tem implicação na demografia das espécies dispersas por influenciar na taxa de sobrevivência das suas sementes. (Howe, 1989). A formação de pilhas facilita o encontro dessas sementes por predadores como pacas (*Cuniculus paca* Linnaeus, 1766) e cutias (e.g. *Dasyprocta* sp. Illiger, 1811), sendo que essas últimas eventualmente atuam também como dispersores (Smythe, 1978; Henry, 1999). Compreender o efeito do padrão de deposição de sementes por morcegos sobre as taxas de predação e dispersão secundária nos permite enriquecer o conhecimento sobre os processos de regeneração das comunidades arbóreas (Vander Wall *et al.*, 2005).

A importância de roedores como dispersores de grandes sementes vem sendo ressaltada ao longo dos anos (Smythe, 1978; Forget e Milleron, 1991; Forget, 1992; Jansen *et al.*, 2012), mas os resultados encontrados em alguns casos são contraditórios (e.g. Tuck-Haugaasen *et al.* 2010; Ribeiro e Vieira, 2013). O comportamento alimentar de roedores que atuam como predadores/dispersores de sementes se modifica de acordo com uma variedade de fatores, entre eles a disponibilidade geral de recursos é o mais conhecido e de reconhecida importância por influenciar os demais, como, período reprodutivo, competição intra- e inter-específica e área de vida (Henry, 1997; Henry, 1999; Haugaasen e Tuck-Haugaasen, 2010; Emsens *et al.*, 2013).

Roedores dos gêneros *Dasyprocta* Illiger, 1811, *Myoprocta* Thomas, 1903 e *Sciurus* Linnaeus, 1758 apresentam comportamento de estocagem (Henry, 1999) e, juntamente com *Proechimys* J. A. Allen, 1899, são considerados possíveis consumidores de sementes de *Dipteryx*, embora *Proechimys* aproveite apenas as sementes encontradas em endocarpos degradados ou abertos por ter acesso facilitado a elas (Romo *et al.*, 2004). Além disso, *Dasyprocta* e *Sciurus* podem ser também considerados dispersores secundários de sementes (Romo *et al.*, 2004). No cerrado, apenas *Dasyprocta azarae* e *Cuniculus paca* têm adaptações morfológicas que as permitem vencer as barreiras impostas pelo rígido endocarpo de *Dipteryx alata*, mas somente *D. azarae* apresenta comportamento de estocagem (Bonvicino *et al.*, 2008). Nesse sentido, *D. alata* pode funcionar como uma espécie modelo para compreendermos a relação entre dispersão primária por morcegos e destino das sementes após esse evento de dispersão em fragmentos de cerrado, uma vez que é natural desse bioma e pode ser depositada em diferentes densidades (Howe, 1989; Oliveira e Sigrist, 2008; Kuhlmann, 2012).

Na última década, diversos estudos experimentais sobre remoção secundária de sementes foram realizados sob uma ampla variação de abordagens. Entre eles os que avaliaram o efeito da perturbação ambiental sobre as taxas de remoção secundária (e.g. Jones *et al.*, 2003; Forget e Cuijpers, 2008; Cole, 2009) e os que abordaram os efeitos da densidade, sobre essa interação (e.g. Chauvet *et al.*, 2004; Van Allmen *et al.*, 2004; Xiao *et al.*, 2005; Blendinger e Díaz-Vélez, 2010), são os mais abundantes. Estudos que abordaram o efeito da variação morfológica das sementes (e.g. Jones *et al.*, 2003; Pizo *et al.*, 2006; Dirzo e Mendonza, 2007) e o efeito de borda (e.g. Chauvet e Forget, 2005; Magrach *et al.*, 2011) completam o grupo das abordagens mais utilizadas para compreender os fatores que afetam a predação e dispersão secundária (e consequentemente, as taxas de sobrevivência) de sementes. No entanto, pouco se sabe sobre os efeitos que todos esses

componentes ambientais exercem sobre a remoção secundária de sementes no cerrado (e.g. Almeida e Galetti, 2007; Ferreira, 2008).

Assim, objetivamos avaliar o efeito da densidade de endocarpos de *D. alata* Vogel e da variação sazonal na oferta de recursos sobre a ação de roedores como agentes secundários em fragmentos de cerrado.

Material e Métodos

O estudo foi desenvolvido em três remanescentes de cerrado denso localizados no município de Três Lagoas/MS, com área aproximada variando de 590 a 720 hectares (Fazenda São Matheus 594 ha, 20°27'33"S, 51°38'36"O; Fazenda Bom Jardim, 652 ha, 20°30'41"S; 52°31'49"O; Fazenda Rodeio, 719 ha, 20°47'09"S, 51°47'24"O). A distância mínima entre os remanescentes é de 39 quilômetros entre as fazendas São Matheus e Rodeio, enquanto que a Fazenda Bom Jardim dista pelo menos 80 quilômetros de ambas. A precipitação na região fica em torno de 1400 mm/ano e as temperaturas mais baixas ocorrem entre junho e julho enquanto as mais elevadas ocorrem no mês de dezembro. Duas estações são bem definidas, sendo de abril a outubro a estação seca, e de novembro a março a estação chuvosa.

Coletamos os frutos de *D. alata* em indivíduos adultos nos municípios de Três Lagoas e Campo Grande (Mato Grosso do Sul, Brasil). Removemos as polpas dos frutos com auxílio de um ralador, e então submergimos os endocarpos para que removêssemos os flutuantes por possível inviabilidade causada por fungos ou desenvolvimento inadequado do embrião. Os endocarpos utilizados tinham em média $46 \pm 2,8$ mm de comprimento e $15,8 \pm 1,86$ g de massa total (N=30). Atamos um arame de aço inox com 10 cm através de uma perfuração de 3 mm na extremidade apical de cada endocarpo. Na outra extremidade dos arames atamos uma fita de cetim branco com 3 mm de largura e 0,6 m de comprimento. Usamos a fita para auxiliar no monitoramento do destino dos endocarpos presentes nas pilhas experimentalmente montadas (Forget, 1996; Forget e Cuijpers, 2008) e o arame para dificultar a remoção da fita pelos roedores.

Simulamos a dispersão de endocarpos de “Baru” (*D. alata*) provocada por morcegos organizando experimentalmente dez conjuntos (pilhas) de cinco, 15 e 30 endocarpos distanciadas 30 metros uma da outra, dispostas em trilhas no interior de cada remanescente (N=30 pilhas de cada densidade). No cerrado, morcegos frugívoros utilizam árvores com folhagem densa para se abrigarem enquanto se alimentam (J. Ragusa-Netto dados não publicados). Dessa forma, ao longo das trilhas, posicionamos as pilhas de

endocarpos sob a copa de árvores (marcadas com placas numeradas) com essa característica (Figura 1A e 1B).

As densidades foram selecionadas com base no que é encontrado em pilhas depositadas naturalmente por morcegos no cerrado (Figura 1C) (J. Ragusa-Netto; observação pessoal). Organizamos pilhas com diferentes densidades intercalando-as sistematicamente no intuito de aleatorizar ao máximo as amostras. Cada pilha foi assumida como réplica independente, pois a distância utilizada entre cada pilha é suficiente para evitar a ocorrência de pseudoreplicação (Chauvet e Forget, 2005; Forget *et al.*, 1998; J. Ragusa-Netto dados não publicados).



Figura 1. (A) Pilha experimental com 30 endocarpos sob copa de árvore com folhagem densa. (B) Pilha experimental com 30 endocarpos simulando o padrão de deposição por morcegos. (C) Pilha de endocarpos de *D. alata* depositada por morcegos sob um abrigo de alimentação localizado em reserva da Universidade Federal de Mato Grosso do Sul em Campo Grande, Brasil.

Forget (1992) encontrou que após 28 dias, 85,5% das sementes de *Gustavia superba* (Kunth) Berg pertencente à família Lecythidaceae haviam sido removidas das pilhas

experimentais; nossas pilhas experimentais foram conferidas após o período de 30 dias e os endocarpos recuperados foram contados e considerados em uma categoria de destino. O intervalo de tempo utilizado é suficiente para que as pilhas sejam detectadas por potenciais predadores/dispersores e para que todas as categorias dos destinos considerados possam ocorrer (J. Ragusa-Netto dados não publicados). Os critérios para classificar os endocarpos em um determinado destino foram: a) intactos – endocarpos remanescentes nas pilhas; b) predados – endocarpos encontrados abertos, quebrados ou roídos com indícios de consumo das sementes; c) dispersos - endocarpos encontrados afastados das pilhas, sobre a superfície, sob a serapilheira ou enterrados (estocados); d) perdidos – endocarpos não encontrados.

A recuperação dos endocarpos removidos das pilhas foi limitada ao raio de 10 m, exceto quando a marcação possibilitou o encontro de endocarpos mais afastados, e então medimos a distância entre o ponto que endocarpos dispersos foram encontrados em relação à pilha em que foram depositados. Esse raio foi escolhido por ser a distância máxima em que a maioria dos endocarpos foi encontrada em outros estudos experimentais (Forget, 1990; Forget, 1992; Almeida e Galetti, 2007).

Para compararmos os efeitos da sazonalidade sobre as taxas de remoção e destinos dos endocarpos realizamos o experimento em dois períodos climáticos distintos. Iniciamos o estudo com um experimento na estação de estiagem no dia 29 de agosto de 2013 na Fazenda Bom Jardim, seguido pelo experimento na Fazenda São Matheus (30 de agosto), e no dia seguinte na Fazenda Rodeio (31 de agosto). Iniciamos o estudo na estação chuvosa no dia 13 de novembro na Fazenda Rodeio, e nos dias subsequentes na Fazenda São Matheus (14 de novembro) e Bom Jardim (15 de novembro). No período estudado foram registrados cerca de 19 mm de chuva durante o experimento da estação seca e aproximadamente 193,2 mm de chuva na estação chuvosa (Inmet, 2014). A figura 2 ilustra as diferenças na vegetação na fazenda São Matheus em cada estação.



Figura 2. Aspectos da vegetação na fazenda São Matheus. **(A)** Estação seca; **(B)** Estação chuvosa.

Considerando o efeito da densidade sobre as taxas de predação descrito pelo modelo de Janzen-Connel (Janzen, 1970; Connel, 1971) assumimos que pilhas maiores seriam mais facilmente detectadas por predadores de sementes e que experimentariam taxas maiores de remoção. Para verificar se as taxas de detecção das pilhas diferiam entre as densidades experimentais, consideramos o número de pilhas que tiveram pelo menos um endocarpo removido em cada densidade em cada período sazonal, e então comparamos os resultados com tabelas de contingência utilizando o valor de χ^2 como teste. Em seguida, para comparar as taxas de remoção entre as densidades utilizamos uma regressão linear para ordenar a proporção de endocarpos removidos em relação ao número de endocarpos pré-existent em cada pilha.

Embora o balanceamento das amostras seja suficiente para dispensar a premissa de normalidade exigida para análises de variâncias, transformamos os dados sobre os destinos em proporções, e em seguida, os transformamos no arcoseno da raiz quadrada no intuito de aproximar os dados de uma distribuição normal e reduzir a heterocedasticidade (Gotelli e Ellison 2011).

Para verificar se as variações nas proporções de cada destino são influenciadas pelo efeito sazonal e/ou pela densidade experimental de endocarpos e se há interação entre esses fatores, prosseguimos as análises com uma análise de variância bifatorial (Two-Way ANOVA).

Para compararmos as proporções de cada destino atribuído aos endocarpos em cada densidade nas duas estações, submetemos os dados a uma análise de variância multivariada (MANOVA). Por termos três variáveis dependentes (proporções de endocarpos

intactos, predados e/ou dispersos), especificamos o valor de três restrições (*constraints*) para cálculo correto dos valores de p . Cada densidade foi avaliada quanto à proporção de cada destino nas duas estações, sendo que cada conjunto “destino x densidade x estação” foi marcado como grupos individuais na análise. A disposição dos dados em grupos como os descritos gera uma tabela com 324 comparações par a par, das quais nem todas refletem comparações que expressam situações ecologicamente comparáveis. Nesse sentido, as comparações analisadas foram (a) comparando densidades – as diferenças significativas encontradas nas proporções de um determinado destino entre as densidades (e.g. Predados [5] seca x Predados [30] seca); (b) comparando as estações - as diferenças significativas encontradas nas proporções de um determinado destino em uma densidade específica, porém em estações distintas (e.g. Dispersos [15] seca x Dispersos [15] chuvosa); e (c) comparando destinos - as que detectaram diferenças entre as proporções de diferentes destinos em uma única densidade na mesma estação (e.g. Intactos [5] seca x Predados [5] seca).

Utilizamos regressões lineares para ordenar as proporções de endocarpos intactos com aquelas encontradas para endocarpos dispersos e predados em cada estação, no intuito de verificar se há correlação entre essas variáveis. Desse modo, as proporções de endocarpos intactos foram utilizadas como variáveis independentes, enquanto que, as proporções de cada destino como variáveis dependentes. Esperamos que na estação seca haja uma maior proporção de endocarpos predados e que na estação chuvosa haja uma maior proporção de endocarpos estocados para consumo em períodos de escassez (dispersos), e assim que haja correlação negativa entre as proporções desses destinos com as de endocarpos intactos nessas estações.

Comparamos as distâncias em que endocarpos dispersos foram encontrados em cada densidade e nos dois períodos analisados utilizando o teste de Kruskal-Wallis, uma vez que as medidas de distância não são amostras balanceadas e não atendem a premissa de normalidade para serem analisadas por testes paramétricos equivalentes.

Realizamos todas as análises estatísticas utilizando o programa PAST 2.17c (Hammer *et al.*, 2001).

Resultados

Em todos os remanescentes houve remoção nas pilhas experimentais, evidenciando que nem a marcação, nem vestígios de odor deixados pelo manuseio durante o preparo do

experimento impediram os agentes secundários presentes nas áreas de atuarem como predadores e/ou dispersores dos endocarpos usados como modelo.

Para efeito de análise consideramos os endocarpos perdidos como “predados”. Endocarpos perdidos podem ter sido levados para tocas (Forget e Cuijpers 2008), e eventualmente sob microclima adequado podem chegar a germinar (Vander Wall *et al.*, 2005). Entretanto, há indícios de que as espécies de roedores que potencialmente atuam como predadores/dispersores de *D. alata* nos remanescentes estudados (especialmente *Dasyprocta azarae*) se beneficiem de sementes nutritivas mesmo em estados iniciais de germinação (De Steven e Putz, 1984; Forget, 1992), o que invariavelmente as tornariam alvo de predação. A marcação nos permitiu localizar uma grande proporção de endocarpos sobretudo na estação de estiagem, e na estação chuvosa mostrou-se eficiente em facilitar a localização dos endocarpos marcados mesmo diversos metros além do raio determinado, o que é coerente com a possibilidade de que aqueles perdidos tenham sido levados para tocas e assim não poderiam ser encontrados.

As marcas deixadas nos endocarpos predados sugerem que tanto *Dasyprocta azarae* quanto *Cuniculus paca* atuaram como predadores de *Dipteryx alata* nos remanescentes estudados. No entanto, as evidências de predação por *C. paca* foram encontradas em apenas uma pilha de densidade 30 na fazenda Rodeio. Assim, os resultados são discutidos apenas com base nas características comportamentais de *D. azarae* por ser o principal roedor envolvido nessas interações nessas áreas (Bonvicino *et al.*, 2008). Nenhum dos endocarpos com marcas de predação por *C. paca* foi afastado da pilha antes de ser consumido, o que é consistente com a ausência de registros de comportamento de dispersão por esse roedor.

A maior parte dos endocarpos encontrados dispersos (96%) estava enterrada, e ao longo do texto serão referidos tanto como dispersos quanto como estocados para consumo posterior.

Iniciaremos descrevendo os resultados obtidos em cada remanescente e, em seguida, faremos uma abordagem mais detalhada dos resultados obtidos com o experimento como um todo.

Para efeito de análise, as figuras apresentadas agrupam a proporção de endocarpos predados e perdidos.

Fazenda São Matheus

Um total de 63,6% dos endocarpos utilizado no experimento da estação de estiagem foi removido de suas pilhas. Analisando cada densidade independentemente, encontramos que cerca de 52% dos endocarpos organizados em pilhas de densidade cinco foram removidos, dos quais aproximadamente 77% foram dispersos e 23% não foram recuperados. Dos endocarpos organizados em pilhas com a densidade 15, 55% foram removidos, dos quais 18% foram predados, 72% foram dispersos e 10% não foram recuperados. Embora não tenhamos encontrado diferenças significativas na taxa de detecção e remoção nas diferentes densidades ($\chi^2 = 0,565$; $p=0,754$), as pilhas com 30 endocarpos tiveram cerca de 70% de seus endocarpos removidos, sendo que 77,5% destes foram dispersos, 10% foram predados e cerca de 12,5% não foram recuperados (Figura 3A).

A estação chuvosa foi marcada por uma alta taxa de remoção. Aproximadamente 95,6% dos endocarpos utilizados no experimento dessa estação foram retirados de suas pilhas, sendo que as pilhas de cinco endocarpos tiveram todos completamente removidos, enquanto que nas pilhas de densidade 15 e 30, 90% e 98% dos endocarpos foram removidos, respectivamente. Das pilhas com densidade cinco, 64% dos endocarpos foram encontrados dispersos, enquanto que nas pilhas com densidade 15 e 30, 42% e 35% foram encontrados com esse destino respectivamente (Figura 3A). Aproximadamente 54,6% dos endocarpos utilizados nesse remanescente foram levados para além do raio de detecção na estação chuvosa e conseqüentemente não foram encontrados.

A análise de variância bifatorial detectou apenas a influência do fator sazonal nas proporções de endocarpos intactos e predados, enquanto que quando analisadas as proporções de endocarpos dispersos, não foi detectada influência de nenhum dos fatores considerados (Fator A – densidade, $F=0,75$ $p=0,47$; Fator B – estação, $F=0,03$ $p=0,86$) (Figura 3A). Apesar disso, a análise de variância multivariada ($F=$ “Big”) (Os valores de p mostrados são aqueles obtidos através das análises par a par) detectou que as proporções de endocarpos dispersos a partir de pilhas com densidade 15 diferiram significativamente daquelas encontradas em pilhas com densidade 30 na estação seca ($p<0,05$) e as proporções de endocarpos dispersos em pilhas com densidade cinco diferiram significativamente daquelas encontradas em pilhas de densidades 15 e 30 na estação chuvosa ($p<0,05$ e $p<0,04$ respectivamente). Não obstante, as proporções de endocarpos que permaneceram intactos em pilhas de densidade 30 na estação seca diferiram significativamente daquelas encontradas para endocarpos organizados em pilhas com densidade 5 ($p<0,05$) e 15 ($p<0,02$).

Fazenda Rodeio

Na Fazenda Rodeio, 78,6% dos endocarpos utilizados na estação seca foi removido de suas pilhas. A maior proporção de remoção ficou nas pilhas com 15 endocarpos (84%), seguidas pelas pilhas com densidade cinco e 30 (78% e 77% respectivamente). Não detectamos diferenças significativas na taxa de detecção das pilhas mesmo quando comparadas as taxas de detecção nas duas estações ($\chi^2=0,03$ $p=0,98$) embora a taxa de remoção das pilhas na estação chuvosa tenha sido 100%. Na estação seca 100% dos endocarpos removidos de suas pilhas foram recuperados, dos quais 2,5%, 6,5% e 7,8% foram predados a partir de pilhas de densidade cinco, 15 e 30 respectivamente, enquanto que 97,4%, 93,5% e 92,2% foram dispersos a partir dessa mesma sequência de densidades (Figura 3B).

Na estação chuvosa todos os endocarpos usados no experimento foram detectados e removidos de suas pilhas, no entanto uma grande quantidade de endocarpos foi levada para fora do raio de detecção e não foram recuperados. Apenas 10% dos endocarpos organizados em pilhas de densidade cinco foram reencontrados, dos quais 40% foram predados e 60% foram encontrados dispersos. Nas pilhas de 15 e 30 endocarpos, uma proporção ainda menor foi recuperada, 6,7% e 9,7% respectivamente. Dos removidos de pilhas de 15, 10% foram predados e 90% dispersos, enquanto que nas pilhas de 30, 62% foram encontrados predados e 38% foram encontrados dispersos (Figura 3B).

A análise de variância bifatorial detectou que a proporção de endocarpos intactos e dispersos sofre influência apenas do efeito sazonal e não da densidade, enquanto que para os endocarpos encontrados predados o fator densidade também teve influência nas diferenças encontradas entre as proporções (Fator A – densidade, $F=3,37$ $p<0,05$; Fator B – estação, $F=1121$ $p<0,01$) (Figura 3B). Apesar disso, a análise de variância multivariada não detectou diferenças entre as proporções de endocarpos predados quando comparadas as densidades ($F=$ “Big” $p>0,05$ em ambas as estações, em todas as comparações par a par desse destino).

Entre as demais comparações par a par realizadas pela análise de variância multivariada, destacam-se as diferenças detectadas entre as proporções de endocarpos dispersos comparadas tanto com as de endocarpos predados quanto com a de intactos na estação seca ($F=$ “Big” $p<0,05$ em todas as comparações par a par). Ainda na estação seca, a proporção de endocarpos intactos e dispersos em pilhas de densidade cinco diferiu significativamente daquela encontrada entre os endocarpos intactos e dispersos a partir de

pilhas de densidade 15 e 30 respectivamente ($F = \text{"Big"} \ p < 0,05$ em ambos os casos). As proporções dos três destinos diferiram significativamente quando comparados os valores encontrados nas duas estações. Enquanto na estação chuvosa as proporções de endocarpos predados diferiram das encontradas tanto para os que permaneceram intactos quanto para os que foram dispersos, as proporções de dispersos e intactos não diferiram entre si (Figura 3B).

Fazenda Bom Jardim

No experimento realizado na Fazenda Bom Jardim durante o período de estiagem somente 1% dos endocarpos foi removido, desse modo, as diferenças encontradas nas proporções comparadas nesse período não foram consideradas. Embora a estação seca tenha sido marcada por praticamente total ausência de remoção, 59,4% dos endocarpos utilizados no experimento da estação chuvosa foram removidos. Dos 50 endocarpos distribuídos em pilhas de densidade cinco 58% foram removidos, dos quais 69% foram dispersos, 7% foram predados e os 24% restantes não foram reencontrados. As pilhas com densidade 15 tiveram 47% de seus endocarpos removidos. Destes, 88,5% foram dispersos, 7% foram predados e 4,5% não foram localizados. As pilhas com densidade 30 foram as que mais sofreram remoção de endocarpos nesse período, 66% dos 300 organizados nessas pilhas foram retirados das pilhas, dos quais 73% foram dispersos, 6% foram predados e os outros 21% não foram encontrados (Figura 3C).

Como esperado, a análise de variância bifatorial detectou o efeito sazonal sobre as proporções dos destinos, mas não detectou influência das densidades, como ocorreu para alguns destinos nas outras áreas. A análise de variância multivariada foi significativa, mas poucas diferenças foram encontradas nas comparações par-a-par. A proporção de endocarpos que permaneceram intactos em pilhas de densidade 15 diferiu significativamente daquela encontrada para endocarpos intactos em pilhas com densidade 30 ($F = \text{"Big"} \ p < 0,04$), e também, das proporções daqueles que foram predados e dispersos a partir de pilhas também com a densidade 15 ($F = \text{"Big"} \ p < 0,02$ e $p < 0,04$ respectivamente). A proporção de endocarpos predados em pilhas com densidade cinco foi significativamente maior que aquela encontrada para os predados a partir de pilhas com a densidade 15 ($F = \text{"Big"} \ p < 0,03$) (Figura 3C), enquanto que a proporção de endocarpos predados a partir de pilhas com densidade 15 diferiu significativamente daquela encontrada para endocarpos dispersos a partir de pilhas com a mesma densidade (Figura 3C).

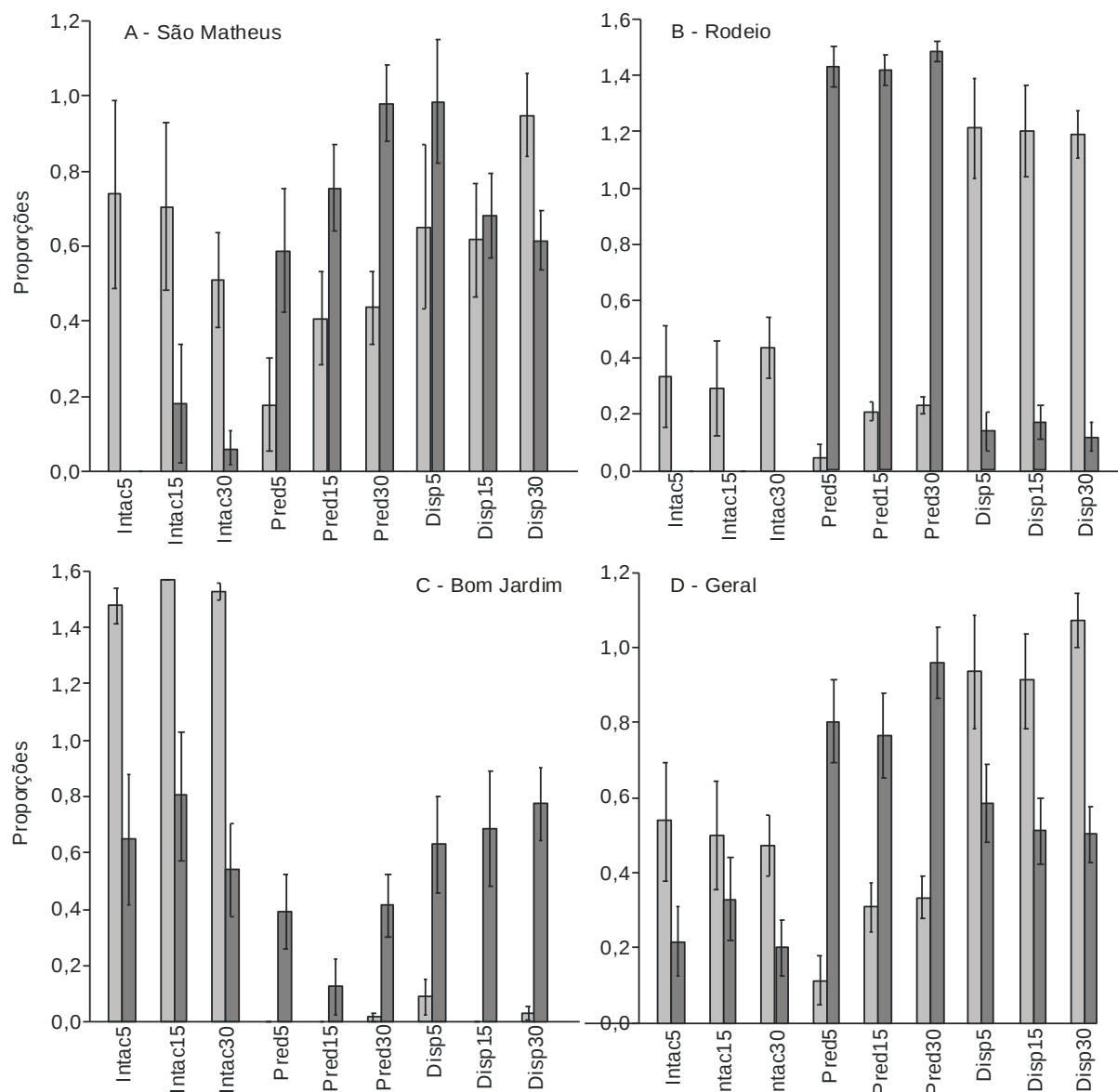


Figura 3. Proporções de cada destino (transformadas no arco-seno da raiz quadrada) obtidas na estação seca (cinza claro) e chuvosa (cinza escuro). Intac = Proporções de endocarpos intactos; Pred = Proporções de endocarpos predados; Disp = Proporções de endocarpos dispersos. **(A)** Fazenda São Matheus; **(B)** Fazenda Rodeio; **(C)** Fazenda Bom Jardim; **(D)** Dados dos três remanescentes combinados.

Não encontramos diferenças significativas na taxa de detecção das pilhas entre as diferentes densidades em nenhum dos remanescentes para ambas as estações. Também, não houve correlação entre as proporções de endocarpos removidos e suas respectivas densidades iniciais nos três remanescentes, ($r^2 = 0,006$; $p < 0,0001$ na estação seca e $r^2 = 0,0008$; $p = 0,79$ na estação chuvosa) (Figura 4), evidenciando a ausência do efeito da densidade sobre a detecção e remoção de endocarpos de *D. alata* nas áreas e períodos

amostrados, quando consideradas as densidades experimentais utilizadas nesse estudo, o que também é evidenciado pela inexistência de diferenças significativas entre as proporções de endocarpos intactos nas diferentes densidades quando analisamos em conjunto as proporções obtidas nos três remanescentes.

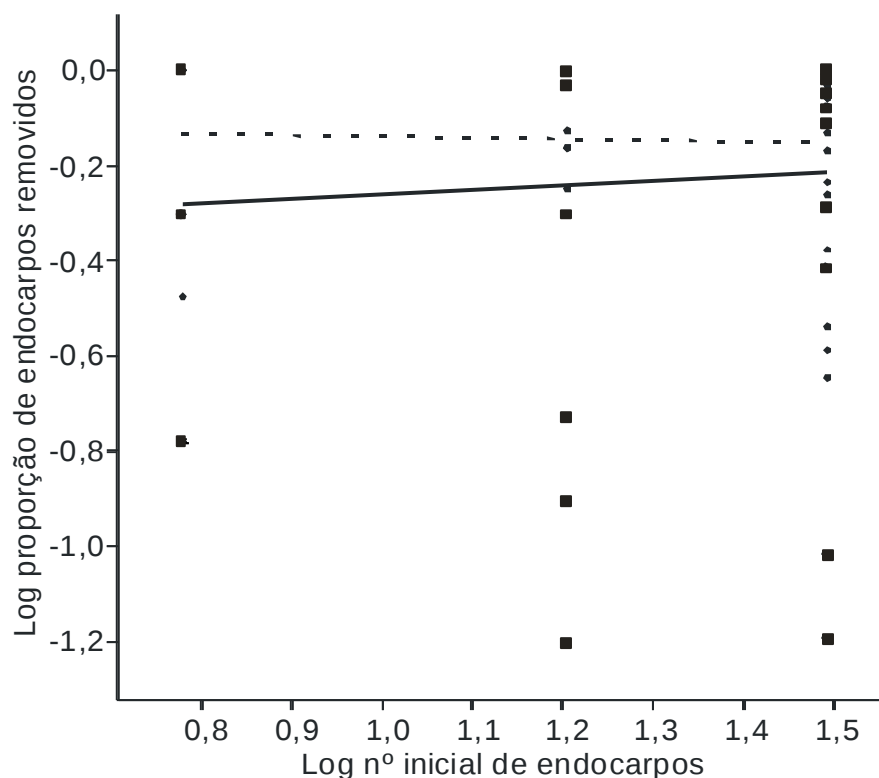


Figura 4. Regressão linear ordenando a proporção de endocarpos removidos em relação ao número de endocarpos pré-existent na estação seca (pontos/linha contínua) ($r^2= 0,006$; $p<0,0001$) e na estação chuvosa (quadrados/tracejado) ($r^2= 0,0008$ $p= 0,79$).

A análise de variância bifatorial detectou que as diferenças encontradas nas proporções dos destinos são resultado apenas da influência de fatores sazonais sobre as taxas encontradas quando analisamos as proporções obtidas nos três remanescentes em conjunto (Tabela 1), o que concorda com a ausência de relação das taxas de detecção e remoção com as densidades consideradas.

Tabela 1. Valores de F e P obtidos com a análise de variância bifatorial (Two-Way ANOVA) para dados dos três remanescentes em conjunto

Destinos	Fator A: Densidade	Fator B: Estações
Intactos	F= 0,33 P= 0,72	F= 7,96 P< 0,01
Predados	F= 1,88 P= 0,156	F= 53,97 P< 0,0001
Dispersos	F= 0,20 P= 0,82	F= 26,63 P< 0,0001

A figura 3 (D) ilustra o resultado detectado pela análise de variância bifatorial para as proporções de cada destino com os dados dos três remanescentes combinados.

A Análise de Variância Multivariada detectou algumas diferenças significativas ao analisarmos a relação entre densidades, destinos e estação do ano. As proporções dos endocarpos que permaneceram intactos em pilhas com densidade cinco diferiu daquelas obtidas para endocarpos predados e dispersos a partir da mesma densidade em ambas as estações ($F= 5,95$ $p<0,05$ em todas as comparações par a par). Esta foi a única diferença significativa detectada pela MANOVA na estação seca, enquanto que na estação chuvosa, além dessa, foi possível detectar as diferenças entre as proporções de endocarpos intactos e dispersos a partir de pilhas de densidade 30 ($F=5,95$ $p<0,01$), e predados e dispersos em todas as densidades comparadas isoladamente ($F=5,95$ $p<0,04$ para pilhas de densidade cinco e 15; e $p<0,03$ para pilhas de densidade 30).

Embora existam fortes evidências da influência da sazonalidade e não das densidades nos resultados obtidos, quando comparadas as duas estações, a MANOVA detectou apenas diferenças nas proporções de endocarpos dispersos a partir de pilhas com densidade cinco ($F=5,95$ $p< 0,04$) e entre as proporções de endocarpos que permaneceram intactos a partir dessa mesma densidade ($F=5,95$ $p<0,02$). Diferenças significativas exclusivas da influência da densidade limitaram-se aquelas encontradas entre os endocarpos predados a partir de pilhas de densidade 15 e 30 na estação chuvosa, sendo que as pilhas com densidade 30 sofreram proporcionalmente mais predação que as de densidade 15 ($F=5,95$ $p<0,03$) (Figura 3D). Diferiram também, as proporções dos endocarpos dispersos a partir de pilhas com densidade cinco daqueles dispersos a partir de pilhas com densidade 15 ($F=5,95$ $p<0,03$).

As proporções de endocarpos intactos na estação seca foram negativamente correlacionadas com a de endocarpos dispersos ($p<0,001$ $R^2=0,84$), mas não com as dos predados ($p=0,04$ $R^2=0,11$), o que sugere que nessa estação a maior parte dos endocarpos removida das pilhas experimentais foi dispersa. O oposto foi detectado na estação chuvosa em que houve correlação negativa entre as proporções de endocarpos intactos e predados ($p<0,001$ $R^2=0,38$), e embora tenha sido significativa entre intactos e dispersos, foi uma correlação fraca ($p<0,01$ $R^2=0,08$) sugerindo que a maior parte dos endocarpos removidos nessa estação foi predada (Figura 5).

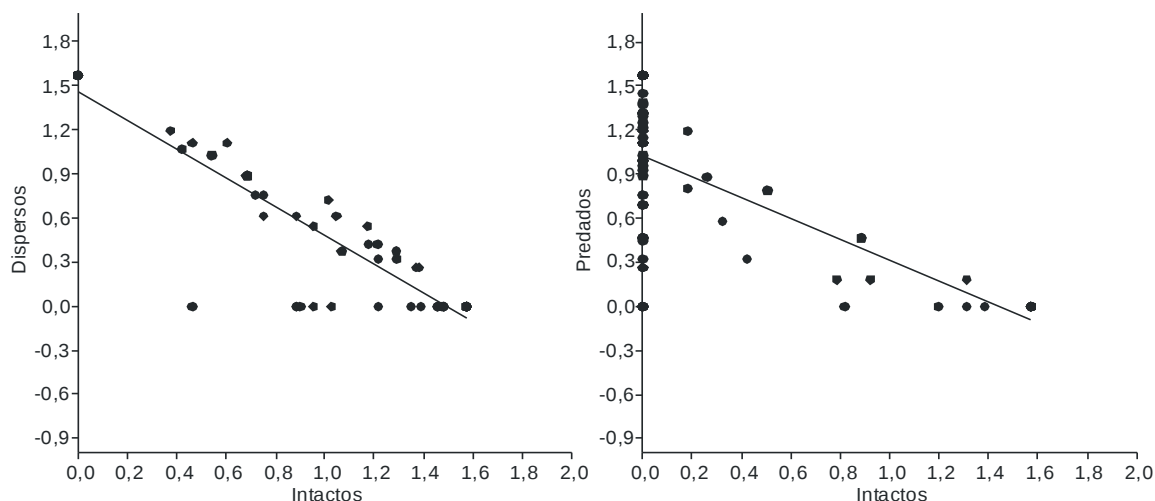


Figura 5. Regressões lineares ordenando as proporções (transformadas no arcoseno da raiz quadra) de endocarpos intactos e dispersos na estação seca (esquerda) e intactos e predados na estação chuvosa (direita). $P < 0,001$ em ambos os casos e $R^2 = 0,84$ e $R^2 = 0,38$ respectivamente.

Embora a estação chuvosa tenha sido marcada por uma elevada taxa de predação, foi somente nessa estação que uma pequena quantidade dos endocarpos estocados, foi reencontrada germinando ($N=19$). Além disso, encontramos sinais de que alguns estoques foram revisitados e tiveram o endocarpo removido, possivelmente para consumo ou para ser estocado novamente em outro local (Jansen *et al.*, 2012).

Apesar da limitação à busca pelos endocarpos em um raio restrito (10 m), na estação chuvosa 18,5% dos endocarpos dispersos foram encontrados além desse raio, enquanto que na estação de estiagem a distância máxima de endocarpos encontrados dispersos foi de exatos 10 metros. A distância mínima de dispersão registrada para a estação seca foi 0,25 metros, sendo que a menor foi registrada em pilhas com 5 endocarpos e a maior em pilhas com 30. Na estação chuvosa registramos endocarpos enterrados na própria pilha (0 m) e a distância máxima de dispersão foi de 26 metros. A distância média de dispersão foi de $3,08 \pm 2,11$ m na estação seca e $5,15 \pm 5,02$ m na estação chuvosa, as quais diferem significativamente entre si ($H = 75,61$; $p < 0,0001$).

A comparação par a par obtida detectou que a distância de dispersão média encontrada para endocarpos organizados em pilhas com cinco endocarpos na estação chuvosa difere da encontrada em todas as densidades na estação seca, e que a distância de dispersão média encontrada para endocarpos organizados em pilhas com densidade 30 na estação chuvosa difere da encontrada em todas as densidades em ambas as estações. Não obstante, a distância média de dispersão encontrada em pilhas com 15 endocarpos na estação seca ($2,9 \pm 1,96$ m) diferiu significativamente ($H = 4,55$; $p = 0,03$) daquelas

encontradas em pilhas com a mesma densidade na estação chuvosa ($4,5 \pm 4,2$ m) (Figura 6). A distância de dispersão não diferiu entre as pilhas de diferentes densidades na estação seca ($H = 0,95$; $p = 0,62$). A tabela 2 contém os dados referentes às distâncias mínima, máxima e média dos endocarpos encontrados dispersos em cada densidade e em cada estação, bem como seus respectivos desvios padrão.

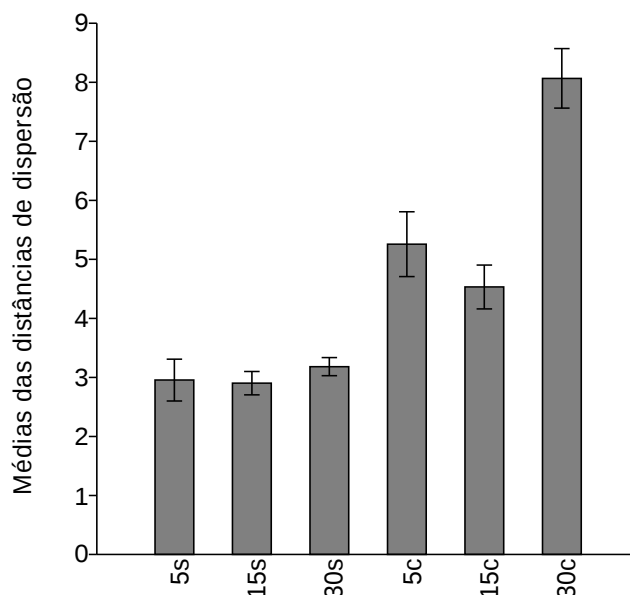


Figura 6. Médias e erros-padrão das distâncias de dispersão para cada densidade na estação seca (s) e chuvosa (c).

Tabela 2. Distâncias de dispersão em metros para cada densidade na estação seca (s) e chuvosa (c).

	5s	15s	30s	5c	15c	30c
Mínima	0,25	0,3	0,3	0	0,2	0
Máxima	8,5	9	10	20	20	26
Média	2,95	2,9	3,18	5,25	4,53	8
Desvio Padrão	2,15	1,96	2,17	4,21	4,26	6,02

Discussão

O cerrado é um dos biomas com maiores taxas de fragmentação existentes (Myers *et al.*, 2000). Os efeitos da fragmentação aliados a ampla heterogeneidade florística que ocorre naturalmente nesse bioma são possíveis causas das diferenças encontradas nas proporções dos destinos dos endocarpos entre os remanescentes (Ratter *et al.*, 1997;

Gutiérrez-Granados, 2011; Forget e Cuijpers, 2008; Jorge e Howe, 2009; Galetti *et al.*, 2006; Wright e Duber, 2001). Tanto a densidade de predadores quanto a oferta de recursos na comunidade podem variar entre os remanescentes, o que também está de acordo com a variação nas proporções dos destinos em cada área (De Steven e Putz, 1984; Forget, 1990; Galetti *et al.*, 2006; Forget e Cuijpers, 2008). Conhecer as comunidades vegetal e animal bem como aspectos fenológicos das áreas é necessário para uma discussão mais aprofundada sobre os resultados encontrados em cada remanescente, no entanto, essas diferenças dificilmente refletem algo que não esteja relacionado com a disponibilidade local de recursos e a densidade de predadores em cada área.

Não houve diferenças nas proporções de endocarpos removidos entre as densidades, o que sugere que independentemente da quantidade de endocarpos de *D. alata* depositados por morcegos em condições naturais, a chance de potenciais predadores/dispersores encontrarem as pilhas é similar. Entretanto, analisando pilhas de endocarpos de *Dipteryx micrantha* Harms depositados naturalmente por morcegos no sudeste peruano, Romo *et al.* (2004) encontraram que o número de sementes predadas aumenta com o número de sementes presentes, porém, esse efeito foi detectado apenas sob abrigos de alimentação que continham mais que 30 sementes, quando uma redução na proporção de sementes removidas foi observada.

Apesar das correlações obtidas entre as proporções de endocarpos removidos e as densidades iniciais não serem fortes o suficiente para assumir alguma resposta oriunda dessa ordenação, os resultados apresentados assemelham-se aos encontrados por Romo *et al.* (2004). Os autores encontraram que no período inicial de deposição de *D. micrantha* não havia diferença nas taxas de remoção entre pilhas com baixas e altas densidades, enquanto que no período final em que a densidade total de sementes abaixo dos poleiros era maior, detectaram uma tendência a saciação de predadores, com a proporção de sementes removidas sendo negativamente relacionada com a densidade inicial de endocarpos. Considerando a estação seca como um período de baixa disponibilidade de recursos na comunidade e a estação chuvosa como o oposto (Batalha e Mantovani, 2000), o mesmo teria sido detectado no presente estudo, embora as correlações sejam fracas (Figura 4). Assim, considerar uma densidade maior de endocarpos em pilhas experimentais que procurem simular altas densidades, pode trazer resultados mais precisos sobre os efeitos da densidade sobre as taxas de remoção de *Dipteryx*.

Descrições de variações nas respostas dos predadores de acordo com a disponibilidade de um determinado recurso, bem como, a variação oriunda da

disponibilidade de recursos na comunidade como um todo são abundantes na literatura (e.g. Forget *et al.*, 1994; Chauvet *et al.*, 2004; Von Allmen *et al.*, 2004; Tuck-Haugaasen *et al.*, 2010; Ribeiro e Vieira, 2013). Nos estudos realizados por Von Allmen *et al.* (2004) e Forget *et al.* (1994), as taxas de predação por roedores aumentaram no final da estação reprodutiva das espécies que usaram como modelo, período em que elevadas densidades de sementes eram encontradas abaixo de plantas reprodutivas. *Dipteryx alata* apresenta frutos desenvolvidos e em dispersão o ano todo, mas com pico de frutificação e dispersão primária na estação seca (Oliveira e Sigrist, 2008), de modo que os resultados obtidos no presente estudo contrastam com os de Von Allmen *et al.* (2004) e Forget *et al.* (1994), uma vez que as taxas de remoção de *D. alata* foram maiores na estação chuvosa, em que a maior parte dos indivíduos apresentam poucos frutos remanescentes desenvolvidos (Oliveira e Sigrist, 2008).

Os dasiproctídeos exploram o hábitat de maneiras diferenciadas de acordo com a variação sazonal na disponibilidade de recursos, e tendem a explorar uma área maior quando há poucos recursos disponíveis (Emsens *et al.*, 2013), e/ou concentrar a atividade de forrageio onde determinadas espécies de sementes são abundantes e próximo de árvores frutíferas (Janzen, 1970; Smythe, 1978; Silvius e Fragoso, 2003; Aliaga-Rossel *et al.*, 2008; Cid *et al.*, 2013). Além disso, o comportamento de forrageio dos roedores responsáveis pelo consumo de *Dipteryx* no Peru sugere que eles são capazes de recordar a localização de regiões ricas em recursos (Romo *et al.*, 2004). *Dasyprocta azarae* em semelhança a outras espécies do gênero tem sua área de vida influenciada por fatores sazonais, e tende a concentrar sua atividade em áreas abundantes em um recurso específico quando a oferta de recursos na comunidade é baixa (Cid *et al.*, 2013). Esse comportamento pode explicar a diferença nas taxas de remoção entre as estações, bem como, justificar os quase inexistentes eventos de remoção na fazenda Bom Jardim na estação seca. Isso também é consistente com dados de remoção de sementes coletados em outros estudos realizados nos Neotrópicos principalmente envolvendo espécies com grandes sementes (Forget, 1990; Cid *et al.*, 2013; Chauvet *et al.*, 2004).

Ao contrário do que esperávamos, na estação seca, a maior parte dos endocarpos removidos foram estocados, semelhante ao encontrado por Ribeiro e Vieira (2013) para *D. azarae* no norte do Rio Grande do Sul. Não obstante, as taxas de predação na estação chuvosa foram maiores que as de dispersão. As cutias exibem um padrão de troca de preferências na dieta de acordo com a disponibilidade de recursos, tendendo a se alimentar do que há de mais abundante e estocar alimento como provimento para períodos de

escassez (Smythe, 1978; Henry, 1999). No entanto, a estocagem de alimento também garante a proteção de um recurso contra competidores (Jansen *et al.*, 2012; Ribeiro e Vieira, 2013), e a elevada proporção de estocagem na estação seca possivelmente esteja mais relacionada a isso do que a formação de reservas para uso em períodos de escassez futuros (Ribeiro e Vieira, 2013).

As evidências de revista aos estoques na estação chuvosa reforça a possibilidade de que a estocagem de recursos esteja mais ligada à proteção contra competidores, e em conjunto com a presença de sementes germinando nesse período, podem estar relacionadas ao comportamento de consumir cotilédones (De Steven e Putz, 1984; Forget, 1992) e/ou a possibilidade de beneficiar-se da semente dispendendo uma quantidade menor de energia, uma vez que para germinar, a semente depende da abertura do endocarpo, facilitando o acesso à esta. No entanto, os endocarpos retirados de estoques podem ter sido levados para outros locais e estocados novamente ao invés de predados, o que reforça a importância desses roedores como dispersores de sementes (Jansen *et al.*, 2012). Na estação seca, as cutias tendem a se alimentar principalmente do alimento estocado no período de elevada disponibilidade de recursos, principalmente sementes (McWilliams, 2009), dessa forma, a busca por alimento torna-se fortemente ligada à busca por antigos estoques, o que não as impede de consumir e/ou estocar recursos eventualmente encontrados em sua área de vida nesse período.

As cutias consomem sementes ao longo do ano, mas frequentemente são dependentes desses recursos na estação seca por serem o principal recurso disponível nesse período (Smythe, 1978; Henry, 1999). Entretanto, o consumo de sementes aumenta significativamente em fêmeas grávidas (Henry, 1997; McWilliams, 2009) e, além disso, machos ligados a fêmeas apresentam maiores taxas respiratórias (maior gasto energético) (McWilliams, 2009), dessa forma, casais em período reprodutivo tendem a necessitar de mais recursos alimentares ou recursos mais ricos em energia, como as grandes sementes produzidas por palmeiras e *D. alata*, por exemplo. Esses grandes roedores se reproduzem de uma a duas vezes ao ano, gerando de um a três filhotes por ninhada, sendo conhecida sobretudo, a predisposição a reproduzir-se em períodos de elevada disponibilidade de recursos (Henry, 1994 *apud* Henry, 1997), o que pode justificar as altas taxas de predação na estação chuvosa.

A distância de dispersão na estação chuvosa foi significativamente maior que na estação seca, isso traz consideráveis consequências para o sucesso no estabelecimento de plântulas de *D. alata* uma vez que o afastamento das sementes das pilhas em que foram

encontradas as predispõem a escapar de outros predadores (Janzen, 1970; Connell, 1971), e consequentemente estabelecer plântulas (Forget, 1992). Apesar de não encontrarmos muitas diferenças entre as proporções dos destinos ocasionadas pelo efeito da densidade, as distâncias de dispersão na estação chuvosa foram marcadamente superiores nas pilhas mais densas. Roedores evitam que seus estoques sejam encontrados por outros predadores de sementes garantindo que a densidade de sementes estocadas seja tão baixa em curtas distâncias que aumentaria o esforço de um competidor para encontrar mais de um estoque subsequentemente, tornando buscas futuras improdutivas (Vander Wall, 2010). Em um período em que a demanda energética é elevada para determinada espécie (e. g. reprodução), evitar que seus estoques sejam encontrados por competidores aumentando a distância entre eles é menos dispendioso e perigoso que disputar recursos por confrontos diretos.

Embora muitos estoques possam ser recuperados e as sementes serem predadas (Haugaasen e Tuck-Haugaasen, 2010), a densidade de predadores de sementes nas áreas pode variar periodicamente em função da fragmentação, da caça, e da sazonalidade, garantindo que algumas das sementes estocadas permaneçam dispersas e em condições de germinar (Forget, 1992), o que reforça a importância de grandes roedores como dispersores de sementes no cerrado. Apesar de boa parte dos estoques serem encontrados por competidores (Haugaasen e Tuck-Haugaasen, 2010), a variação nas distâncias de dispersão entre as estações sugerem que, no cerrado, grandes roedores usem estoques como adaptação para proteger recursos contra competidores, mas ainda assim formam estoques por tempo suficiente para que as sementes dispersas germinem. A composição vegetal e a fenologia do cerrado determinam diferentes respostas de predadores/dispersores de sementes (Ratter *et al.*, 1997, Almeida e Galetti, 2007) e o conhecimento a respeito dessas variações ainda é limitado, sobretudo em um bioma altamente afetado por interesses econômicos e pouco protegido por políticas de conservação.

Referências Bibliográficas

- Aliaga-Rossel, E., Kays, RW. e Fragoso, JMV., 2008. Home-range use by the Central American Agouti (*Dasyprocta punctata*) on Barro Colorado Island, Panama. J. Trop. Ecol. 24: 367-374.
- Almeida, LB. e Galetti, M., 2007. Seed dispersal and spatial distribution of *Attalea geraensis* (Arecaceae) in two remnants of Cerrado in Southeastern Brazil. Acta Oecol. 32: 180-187.

- Batalha, MA. e Mantovani, W., 2000. Reproductive phenological patterns of cerrado plant species at Pé-de-Gigante reserve (Santa Rita do Passa Quatro, SP, Brazil): A comparison between the herbaceous and wood floras. Rev. Brasil. Biol. 60(1): 129-145.
- Blendinger, PG. e Díaz-Vélez, MC., 2010. Experimental field test of spatial variation in rodent predation of nuts relative to distance and seed density. Oecol. 163: 415-423.
- Bonvicino, CR., Oliveira, JA. e D'Andrea, PS., 2008. Guia dos roedores do Brasil, com chaves para gêneros baseadas em caracteres externos. Rio de Janeiro: Centro Pan-Americano de Febre Aftosa – OPAS/OMS, 120p. (Séries de Manuais Técnicos, 11).
- Chauvet, S., Feer, F. e Forget, PM., 2004. Seed fate of two Sapotaceae species in a Guianan rain forest in the contexto of scape and satiation hypotheses. J. Trop. Ecol. 20: 1-9.
- Chauvet, S. e Forget, PM., 2005. Edge effects on post-dispersal seed removal in a fragmented rain forest in Frech Guiana. J. Trop. Ecol. 21: 113-116.
- Cid, B., Oliveira-Santos, LGR. e Mourão, G., 2013. Seasonal Habitat Use of Agoutis (*Dasyprocta azarae*) is Driven by the Palm *Attalea phalerata* in Brazilian Pantanal. Biotropica. 0(0): 1-6
- Cole, RJ., 2009. Postdispersal Seed Fate of Tropical Montane Tress in an Agricultural Landscape, Southern Costa Rica. Biotropica. 41(3): 319-327.
- Connell JH., 1971. On the role of natural enemies in preventing competitive exclusion in some marine animals and in rain forest trees. In: Boer, PJ e Gradwell, GR. (Eds.). Dynamics of Populations. Centre for Agricultural Publishing and Documentation, Wageningen, pp 298-312.
- De Steven, D. e Putz, FE., 1984. Impact of mammals on early recruitment of a tropical canopy tree, *Dipteryx panamensis* in Panama. Oikos. 43: 207-216.
- Dirzo, R. e Mendonza, E., 2007. Siza-Related Differential Seed Predation in a Heavily Defaunated Neotropical Rain Forest. Biotropica. 39(3): 355-362.
- Emsens, WJ., Suselbeek, L., Hirsch, BT., Kays, R., Winkelhagen, AJS. e Jansen, PA., 2013. Effects of food availability on space and refuge use by a neotropical scatterhoarding rodent. Biotropica. 45(1): 88-93.

- Feldhamer, GA., Drickamer, LC., Vessey, SH. e Merrit, JF., 1999. Mammalogy: Adaptation, diversity and ecology. United States of America: The McGraw-Hill Companies, Inc. 563pp.
- Fenner, M., 2000 Seeds: The ecology of regeneration in plant communities. New York: CABI. 2ª Ed. 410pp.
- Ferreira, AV., 2008. Remoção de sementes por formigas, aves e roedores em área de cerrado e seu efeito sobre o recrutamento de plântulas. Dissertação de Mestrado. Universidade Federal de Uberlândia, Minas Gerais. 51pp.
- Forget, PM., 1990. Seed-dispersal of *Voucapoua americana* (Caesalpiniaceae) by caviomorph rodents in French Guiana. J. Trop. Ecol. 6: 459-468.
- Forget, PM., 1992. Seed removal and seed fate in *Gustavia superba* (Lecythidaceae). Biotropica. 24(3): 408-414.
- Forget, PM., 1996. Removal of seeds of *Carapa procera* (Meliaceae) by rodents and their fate in rainforest in French Guiana. J. Trop. Ecol. 12: 751-761.
- Forget, PM. e Cuijpers, L., 2008. Survival and scatterhoarding of frugivore-dispersed seeds as a function of forest disturbance. Biotropica. 40(3): 380-385.
- Forget, PM. e Milleron, T., 1991. Evidence for secondary seed dispersal by rodents in Panama. Oecol. 87: 596-599.
- Forget, PM., Milleron, T. e Feer, F., 1998. Patterns in post-dispersal seed removal by neotropical rodents and seed fate in relation to seed size. In: Newbery, DM., Prins, HHT. e Brown, ND., Dynamics of Tropical Communities: 37th Symposium of the British Ecological Society. Cambridge University Press. pp. 25-49.
- Forget, PM., Munoz, E. e Leigh, EG., 1994. Predation by Rodents and Bruchid Beetles on seeds of *Scheelea* Palms on Barro Colorado Island, Panama. Biotropica. 26(4): 420-426.
- Galetti, M., Donatti, Cl., Pires, AS., Guimarães-Jr. PR. e Jordano, P., 2006. Seed survival and dispersal of na endemic Atlantic forest palm: the combined effects of defaunation and forest fragmentation. Bot. J. Linn. Soc. 151: 141-149.
- Galetti, M., Donatti, Cl., Steffler, C., Genini, J., Bovendorp, RS. e Fleury, M., 2010. The role of seed mass on the caching decision by agoutis, *Dasyprocta leporine* (Rodentia: Agoutidae). Zoologia. 27(3):472-476

- Galindo-González, J., Guevara, S. e Sosa, VJ., 2000. Bat- and Bird-Generated Seed Rains at Isolated Trees in Pastures in a Tropical Rainforest. Conserv. Biol. 1693-1703.
- Gotelli, NJ. e Ellison, AM., 2011. Princípios de Estatística em Ecologia. Porto Alegre: Artmed. 528pp.
- Gutiérrez-Granados, G., 2011. Effect of logging on rodent scatter-hoarding dynamics in tropical forests: implications for plant recruitment. Integr. Zool. 6: 74-80.
- Hammer, O., Harper, DAT. e Ryan, PD., 2001. PAST: Paleontological Statistics software package for education and data analysis. Paleontologia Eletronica 4(1): 9pp.
- Haugaasen, T. e Tuck-Haugaasen, JM., 2010. Cache pilferage may be prominent in Neotropical forests. Mammalia. 74: 423-425.
- Henry, O., 1994. Saisons de reproduction chez trois Rongeurs et un Artiodactyle em Guyane française, en fonction des facteurs du milieu et de l'alimentation. Mammalia. 58: 193-200.
- Henry, O., 1997. The influence of sex and reproductive state on diet preference in four terrestrial mammals of the French Guianan rain forest. Can. J. Zool. 75: 929-935.
- Henry, O., 1999. Frugivory and the importance of seeds in the diet of the Orange-rumped agouti (*Dasyprocta leporina*) in French Guiana. J. Trop. Ecol. 15: 291-300.
- Howe, HF., 1989. Scatter- and clump-dispersal and seedling demography: hypotheses and implications. Oecol. 79: 417-426.
- Howe, HF. e Smallwood, J., 1982. Ecology of Seed Dispersal. Ann. Rev. Ecol. Syst. 13: 201-228.
- lack-Ximenes, GE., 1999. Sistemática da família Dasyproctidae Bonaparte, 1838 (Rodentia, Hystricognathi) no Brasil. Dissertação de Mestrado, Universidade de São Paulo, São Paulo, 429pp.
- Inmet., 2014. Instituto Nacional de Meteorologia. Disponível em: <<http://www.inmet.gov.br>> Acessos em 04 de setembro de 2013, 18:00 e 12 de dezembro de 2013, 17:30.
- Jansen, PA., Hirsch, BT., Emsens, WJ., Zamora-Gutierrez, V., Wilkelski, M. e Kays, R., 2012. Thieving rodents as substitute dispersers of megafaunal seeds. PNAS. v. 109, n. 31, 6pp.

- Janzen, DH., 1970. Herbivores and The Number of Tree Species in Tropical Forests. Amer. Nat. 104(940): 501-528.
- Jones, FA., Peterson, CJ. e Haines, BL., 2003. Seed Predation in Neotropical Pre-Montane Pastures: Site, Distance, and Species Effect. Biotropica. 35(2): 219-225.
- Jorge, MLSP. e Howe, HF., 2009. Can forest fragmentation disrupt a conditional mutualism? A case from central Amazon. Oecol. 161: 709-718.
- Kuhlmann, M., 2012. Frutos e sementes do cerrado atrativos para fauna: guia de campo. Brasília. Ed. rede de Sementes do Cerrado. 360pp.
- Kuprewicz, EK., 2013. Mammal abundances and seed traits control the seed dispersal and predation roles of terrestrial mammals in a Costa Rican forest. Biotropica. 45(3): 333-342
- Magrach, A., Guitián, J., Larrinaga, AR. e Guitián, J., 2011. Land-use and edge effects unbalance seed dispersal and predation interactions under habitat fragmentation. Ecol. Res. 26: 851-861.
- McWilliams, DA., 2009. Determinants for the diet of captive agoutis (*Dasyprocta* spp.). Vet. Clin. Exot. Anim. 12: 279-286.
- Myers, M., Mittermeier, RA., Mittermeier, CG., Fonseca, GAB. E Kent, J., 2000. Biodiversity Hotspots for conservation priorities. Nature. 403: 853-858.
- Oliveira, MIB. e Sigrist, MR., 2008. Fenologia reprodutiva, polinização e reprodução de *Dipteryx alata* Vogel (Leguminosae-Papilionideae) em Mato Grosso do Sul, Brasil. Rev. Bras. Bot. 31(2): 195-207.
- Pizo, MA., Von Allmen, C. e Morellato, LPC., 2006. Seed size variation in the palm *Euterpe edulis* and the effects of seed predators on germination and seedling survival. Acta Oecol. 29: 311-315.
- Ragusa-Netto, J., 2006. Dry fruits and the abundance of the Blue-and-Yellow Macaw (*Ara ararauna*) at a cerrado remnant in central Brazil. Ornitol. Neotrop.
- Ratter, JA; Ribeiro, JF e Bridgewater, S., 1997. The Brazilian Cerrado Vegetation and Threats to its Diversity. Ann. Botany. 80: 223-230.
- Reis, NR., Peracchi, AL., Pedro, WA. e Lima, IP., 2011. Mamíferos do Brasil. Londrina: Nelson R. dos Reis, 2ª Ed. 439pp.

- Ribeiro, JF. e Vieira, EM., 2013. Interactions between a seed-eating neotropical rodent, the Azara's agouti (*Dasyprocta azarae*), and the Brazilian 'pine' *Araucaria angustifolia*. Aust. Ecol. 39(3): 279-287.
- Romo, M., Tuomisto, H. e Loiselle, BA., 2004. On the density-dependence of seed predation in *Dipteryx micrantha*, a bat-dispersed rain forest tree. Oecol. 140: 76-85.
- Salm, R., 2005. Arborescent palm seed morphology and seedling distribution. Braz. J. Biol. 65(4): 711-716.
- Sano, SM., Vivaldi, LJ. e Spehar, CR., 1999. Diversidade morfológica de frutos e sementes de Baru (*Dipteryx alata* Vog.). Pesq. Agropec. Bras. 34(4): 513-518.
- Schupp, EW. 1992. The Janzen-Connell Model for Tropical Tree Diversity: Population Implications and the Importance of Spatial Scale. Amer. Nat. 140(3): 526-530.
- Silvius, KM. e Fragoso, JMV., 2003. Red-rumped Agouti (*Dasyprocta leporina*) Home Range use in na Amazonian Forest: Implications for the Aggregated Distribution of Forest Trees. Biotropica. 35(1): 74-83.
- Smythe, N., 1978. The Natural History of The Central American Agouti (*Dasyprocta punctata*). Smithsonian Cont. Zool. 274: 1-52.
- Strauss, SY. e Irwinm RE., 2004. Ecological and evolutionary consequences of multispecies plant-animal interactions. Ann. Rev. Ecol. Syst. 35: 435-466
- Takemoto, E., Okada, IA., Garbelotti, ML., Tavares, M. e Aued-Pimentel, S., 2001. Composição química da semente e do óleo de Baru (*Dipteryx alata* Vog.) nativo do município de Pirenópolis, estado de Goiás. Rev. Inst. Adolfo Lutz. 63(2): 113-117.
- Terborgh, J., 1986. Community aspects of frugivory in tropical forests. In: Estrada, A., Fleming, TH., (Eds.), *Frugivores and Seed Dispersal*, pp: 371-384.
- Tuck-Haugaasen, JM., Haugaasen, T., Peres, CA., Gribel, R. e Wegge, P. 2010. Seed dispersal of the Brazil nut tree (*Bertholletia excelsa*) by scatter-hoarding rodents in a central Amazonian forest. J. Trop. Ecol. 26: 251-261.
- Vander Wall, SB., Kuhn, KM. e Beck MJ., 2005. Seed removal, seed predation and secondary dispersal. Ecology. 86(3): 801-806.

- Vander Wall, SB., 2010. How plants manipulate the scatter-hoarding behaviour of seed-dispersing animals. Phil. Trans. R. Soc. B. 365: 989-997
- Van Schaik, CP., Terborgh, JW e Wright, SJ., 1993. The Phenology of Tropical Forests: Adaptive Significance and Consequences for Primary Consumers. Ann. Rev. Ecol. Syst
- Von Allmen, C., Morellato, LPC. e Pizo, MA., 2004. Seed predation under high seed density condition: the palm *Euterpe edulis* in the Brazilian Atlantic Forest. J. Trop. Ecol. 20: 471-474.
- Willson, MF., 1993. Mammals as seed-dispersal mutualist in North America. Oikos 67: 159-176.
- Wright, SJ e Duber, HC., 2001. Poachers and Forest Fragmentation Alter Seed Dispersal, Seed Survival and Seedling Recruitment in the Palm *Attalea butyraceae*, with implications for Tropical Tree Diversity. Biotropica. 33(4): 583-595.
- Xiao, Z., Zhang, Z. e Wang, Y., 2005. The effects of seed abundance on seed predation and dispersal by rodents in *Castanopsis fargesii* (Fagaceae). Plant Ecol. 177: 249-257.

Anexo: Normas prescritas pelo periódico: Brazilian Journal of Biology

O trabalho a ser considerado para publicação deve obedecer às seguintes recomendações gerais:

Ser digitado e impresso em um só lado do papel tipo A4 e em espaço duplo com uma margem de 3 cm à esquerda e 2 cm à direita, sem preocupação de que as linhas terminem alinhadas e sem dividir palavras no final da linha. Palavras a serem impressas em itálico podem ser sublinhadas.

O título deve dar uma idéia precisa do conteúdo e ser o mais curto possível. Um título abreviado deve ser fornecido para impressão nas cabeças de página.

Nomes dos autores – As indicações Júnior, Filho, Neto, Sobrinho etc. devem ser sempre antecedidas por um hífen. Exemplo: J. Pereira-Neto. Usar também hífen para nomes compostos (exemplos: C. Azevedo-Ramos, M. L. López-Rulf). Os nomes dos autores devem constar sempre na sua ordem correta, sem inversões. Não usar nunca, como autor ou co-autor nomes como Pereira-Neto J. Usar *e*, *y*, *and*, *et* em vez de & para ligar o último co-autor aos antecedentes.

Os trabalhos devem ser redigidos de forma concisa, com a exatidão e a clareza necessárias para sua fiel compreensão. Sua redação deve ser definitiva a fim de evitar modificações nas provas de impressão, muito onerosas e cujo pagamento ficará sempre a cargo do autor. Os trabalhos (incluindo ilustração e tabelas). devem ser submetidos através do seguinte e-mail: bjb@bjb.com.br

Serão considerados para publicação apenas os artigos redigidos em inglês. Todos os trabalhos deverão ter resumos em inglês e português. Esses resumos deverão constar no início do trabalho e iniciar com o título traduzido para o idioma correspondente. O Abstract e o Resumo devem conter as mesmas informações e sempre sumariar resultados e conclusões.

Em linhas gerais, as diferentes partes dos artigos devem ter a seguinte seriação:

1ª página – Título do trabalho. Nome(s) do(s) autor(es). Instituição ou instituições, com endereço. Indicação do número de figuras existentes no trabalho. Palavras-chave em

português e inglês (no máximo 5). Título abreviado para cabeça das páginas. Rodapé: nome do autor correspondente e endereço atual (se for o caso).

2ª página e seguintes – Abstract (sem título). Resumo: em português (com título); Introdução, Material e Métodos, Resultados, Discussão, Agradecimentos.

Em separado - Referências, Legendas das figuras, Tabelas e Figuras.

As seguintes informações devem acompanhar todas as espécies citadas no artigo:

- Para zoologia, o nome do autor e da data de publicação da descrição original deve ser dada a primeira vez que a espécie é citada nos trabalhos;
- Para botânica e ecologia, somente o nome do autor que fez a descrição deve ser dada a primeira vez que a espécie é citada nos trabalhos.

O trabalho deverá ter, *no máximo*, 25 páginas, incluindo tabelas e figuras, em caso de Notes and Comments limitar-se a 4 páginas.

A seriação dos itens de Introdução e Agradecimentos só se aplicam, obviamente, a trabalhos capazes de adotá-la. Os demais artigos (como os de Sistemática) devem ser redigidos de acordo com critérios geralmente aceitos na área.

Referencias Bibliográficas:

1. Citação no texto: Use o nome e ano: Reis (1980); (Reis, 1980); (Zaluar e Rocha, 2000). Há mais de dois autores usar *et al.*
2. Citações na lista de referências, em conformidade com a norma **ISO 690/1987**.

No texto, será usado o sistema autor-ano para citações bibliográficas (estritamente o necessário) utilizando-se o utilizando-se **and** no caso de 2 autores. As referências, digitadas em folha separada, devem constar em ordem alfabética. Deverão conter nome(s) e iniciais do(s) autor(es), ano, título por extenso, nome da revista (abreviado e sublinhado), volume, e primeira e última páginas. Citações de livros e monografias deverão também incluir a editora e, conforme citação, referir o capítulo do livro. Deve(m) também ser referido(s) nome(s) do(s) organizador(es) da coletânea. Exemplos:

LOMINADZE, DG., 1981. Cyclotron waves in plasma. 2nd ed. Oxford: Pergamon Press. 206 p. International series in natural philosophy, no. 3.

WRIGLEY, EA., 1968. Parish registers and the historian. In STEEL, DJ. National index of parish registers. London: Society of Genealogists. p. 15-167.

CYRINO, JEP. and MULVANEY, DR., 1999. Mitogenic activity of fetal bovine serum, fish fry extract, insulin-like growth factor-I, and fibroblast growth factor on brown bullhead catfish cells - BB line. Revista Brasileira de Biologia = Brazilian Journal of Biology, vol. 59, no. 3, p. 517-525.

LIMA, PRS., 2004. Dinâmica populacional da Serra Scomberomorus brasiliensis (Osteichthyes; Scombridae), no litoral ocidental do Maranhã-Brasil. Recife: Universidade Federal Rural de Pernambuco. 45 p. Dissertação de Mestrado em Recursos Pesqueiros e Aquicultura.

WU, RSS., SHANG, EWV. and ZHOU, BS., 2006. Endocrine disrupting and teratogenic effects of hypoxia on fish, and their ecological implications. In Proceedings of the Eighth International Symposium on Fish Physiology, Toxicology and Water Quality, 2005. Georgia, USA: EPA. p. 75-86.

Para outros pormenores, veja as referências bibliográficas em um fascículo.

A Revista publicará um Índice inteiramente em inglês, para uso das revistas internacionais de referência.

As provas serão enviadas aos autores para uma revisão final (restrita a erros e composição) e deverão ser devolvidas imediatamente. As provas que não forem devolvidas no tempo solicitado - 5 dias - terão sua publicação postergada para uma próxima oportunidade, dependendo de espaço.

Material Ilustrativo – Os autores deverão limitar as tabelas e as figuras (ambas numeradas em arábicos) ao **estritamente necessário**. No texto do manuscrito, o autor indicará os locais onde elas deverão ser intercaladas.

As tabelas deverão ter seu próprio título e, em rodapé, as demais informações explicativas. Símbolos e abreviaturas devem ser definidos no texto principal e/ou legendas.

Na preparação do material ilustrativo e das tabelas, deve-se ter em mente o tamanho da página útil da REVISTA (22 cm x 15,0 cm); (coluna: 7 cm) e a idéia de conservar o sentido vertical. Desenhos e fotografias exageradamente grandes poderão perder muito em nitidez quando forem reduzidos às dimensões da página útil. As pranchas deverão ter no máximo 30 cm de altura por 25 cm de largura e incluir barra(s) de calibração.

As ilustrações devem ser agrupadas, sempre que possível. A Comissão Editorial reserva-se o direito de dispor esse material do modo mais econômico, sem prejudicar sua apresentação.

Disquete – Os autores são encorajados a enviar a versão final (e somente a final), **já aceita**, de seus manuscritos em disquete. Textos devem ser preparados em Word for Windows e acompanhados de uma cópia idêntica em papel.

Recomendações Finais: Antes de remeter seu trabalho, preparado de acordo com as instruções anteriores, deve o autor relê-lo cuidadosamente, dando atenção aos seguintes itens: correção gramatical, correção datilográfica (apenas uma leitura sílaba por sílaba a garantir), **correspondência entre os trabalhos citados no texto e os referidos na bibliografia**, tabelas e figuras em arábicos, correspondência entre os números de tabelas e figuras citadas no texto e os referidos em cada um e posição correta das legendas.