

UNIVERSIDADE FEDERAL RURAL DO RIO DE JANEIRO

INSTITUTO DE FLORESTAS

CURSO DE PÓS-GRADUAÇÃO EM CIÊNCIAS AMBIENTAIS E FLORESTAIS
CONSERVAÇÃO DA NATUREZA

DISSERTAÇÃO DE MESTRADO

OS FRUTOS QUE AS CUTIAS COMIAM: RECRUTAMENTO DA
PALMEIRA *Astrocaryum aculeatissimum* NA AUSÊNCIA DE SEU
PRINCIPAL DISPERSOR DE SEMENTES

RODRIGO ZUCARATTO

2013



UNIVERSIDADE FEDERAL RURAL DO RIO DE JANEIRO

INSTITUTO DE FLORESTAS

CURSO DE PÓS-GRADUAÇÃO EM CIÊNCIAS AMBIENTAIS E FLORESTAIS
CONSERVAÇÃO DA NATUREZA

OS FRUTOS QUE AS CUTIAS COMIAM: RECRUTAMENTO DA
PALMEIRA *Astrocaryum aculeatissimum* NA AUSÊNCIA DE SEU
PRINCIPAL DISPERSOR DE SEMENTES

RODRIGO ZUCARATTO

Sob Orientação da Professora

Dra. Alexandra Pires

Dissertação submetida como requisito parcial para obtenção do grau de **Mestre em Ciências Ambientais e Florestais**, no Curso de Pós-Graduação em Ciências Ambientais e Florestais, Área de Concentração em Conservação da Natureza.

SEROPÉDICA, RJ

Março – 2013

631.531

Z94f

T

Zucaratto, Rodrigo, 1980-

Os frutos que as cutias comiam: recrutamento da palmeira *Astrocaryum aculeatissimum* na ausência de seu principal dispersor de sementes / Rodrigo Zucaratto – 2013.

49 f.: il.

Orientador: Alexandra Pires.

Dissertação (mestrado) – Universidade Federal Rural do Rio de Janeiro, Curso de Pós-Graduação em Ciências Ambientais e Florestais, 2013.

Inclui bibliografia.

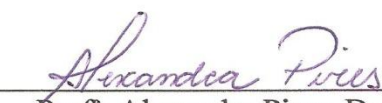
1. Sementes - Dispersão - Teses. 2. Dispersão de sementes por animais – Teses. 3. Interação animal-planta - Teses. 4. Palmeira - Semente – Teses. 5. Cutia – Teses. I. Pires, Alexandra, 1974- II. Universidade Federal Rural do Rio de Janeiro. Curso de Pós-Graduação em Ciências Ambientais e Florestais. III. Título.

UNIVERSIDADE FEDERAL RURAL DO RIO DE JANEIRO
INSTITUTO DE FLORESTAS
CURSO DE PÓS-GRADUAÇÃO EM CIÊNCIAS AMBIENTAIS E FLORESTAIS

RODRIGO ZUCARATTO

Dissertação submetida como requisito parcial para obtenção do grau de **Mestre em Ciências Ambientais e Florestais**, no curso de Pós-Graduação em Ciências Ambientais e Florestais, área de Concentração em Conservação da Natureza.

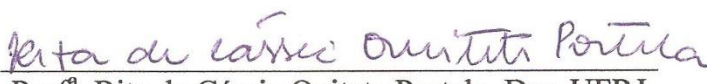
DISSERTAÇÃO APROVADA EM 28/02/2013



Prof.^a. Alexandra Pires, Dra. UFRRJ
(Orientadora)



Prof.^o. Mauro Galetti, Dr. UNESP



Prof.^a. Rita de Cássia Quitete Portela, Dra. UFRJ

*Aos meus sobrinhos Hugo, Beatriz e Clara, e, ao meu afilhado Gabriel Henrique,
que desde pequeninos mostrei a eles o valor da natureza,*

Dedico

v

AGRADECIMENTOS

Primeiramente gostaria de agradecer à força maior desse universo, impulsionadora das melhores decisões da minha vida: DEUS, muito obrigado por tudo!

Aos meus familiares, por acreditarem em mim e vibrarem junto a cada conquista. Aos meus pais, por me darem a oportunidade da vida. Aos meus irmãos, por segurarem a barra nos momentos de maior dificuldade. Ao meu tio Zé, por me aguentar por dois anos antes de tudo começar. Às minhas primas queridas (Juuuuuuuuuh's), por se orgulharem de ter um primo biólogo e agora Mestre!

Aos meus amigos do Espírito Santo: Tia Lô (agora mãe Lô), Sid, Renata, Ana Teresa e tantos outros que, mesmo não estando por perto, acompanharam essa jornada, sempre me desejando o melhor.

Aos amigos que fiz no Rio de Janeiro a aos amigos de mestrado: Ju, Israel, Artur, Danilo (Babu), Patrícia (Xurupita), Fernandinha, Renata, Milene, Luiz, Thais (sempre tão carinhosa e disposta), Josi (fica caladinhaaaa), Bianca e tantos outros que no momento não lembro (mas que são igualmente especiais), foi bom demais estar com vocês!

Ao amigo que conheci de verdade lá na “Mazoinha” Guilherme Henrique (vulgo Dente), pelo companheirismo desse último ano e pelas discussões sobre a Ciência e a Vida.

Como poderia deixar de agradecer aos seres especiais que dividiram comigo um dos melhores momentos que já vivi, o curso de campo “Ecologia da Floresta Amazônica”. EGAnos 2011, vocês são todos “gonoraaaaantes” e eu “I hate” ter conhecido vocês! Marilaque “maldeeeeta”, Fofuxa, Jão, Laura Avatar, Dani, Camilinha e Raulzito, tenho um carinho especial por vocês!

Aos companheiros do LECF, Israel, Luiza, Lara, Leandro e Willian. À Lara pelo carinho e pelos abraços apeeertados, ao Israel por dividir conhecimentos e pela mania de desespero e da perna inquieta, à Luiza que estava mais ansiosa do que eu para ver o resultado dessa dissertação e por ser tãoooooo inteligente, ao Leandro e ao Willian pela companhia e trocas de ideias.

Aos colegas do LECP/UFRJ, Bruno Cid, Maron, Marcelo Pelotas, Pamela e Gustavo. Obrigado por toda ajuda e incentivo que recebi durante o tempo que estive por lá, e depois também.

Um agradecimento especial à família De Cenzo: Fernando, Paola, Adriana, Bernardo e Harry (cramulhão), por me receberem carinhosamente em sua casa, fazendo dela meu segundo lar. Fernando, muito obrigado pelo incentivo amizade verdadeira, devo muito a você! Desejo sempre o melhor em suas vidas!

À Dona Maria, que apesar de todas as dificuldades que enfrenta, está sempre disposta a ajudar seus muitos filhos!

Mais do que um agradecimento a todo o pessoal do Parque Nacional da Tijuca. Ao Zalu e a Katyucha, por toda atenção e disposição em ajudar, e ao pessoal das trilhas que me acompanharam nos momentos iniciais em busca de iris. Obrigado mesmo, vocês foram fundamentais!

Aos biólogos Daniel Passos e Ana Flora Toledo que se embrenharam comigo em uma moita de iri, ajudando na coleta de dados do meu parcelãoooo.

A todos os professores que conheci durante o mestrado, seja nas disciplinas, nos cursos de campo, nos congressos ou em qualquer que tenha sido o momento, muito obrigado pelas informações e pelo aprendizado.

Aos professores Mauro Galetti, Rita Portela, Carlos Esberard e Leandro Freitas, por aceitarem participar da banca examinadora desse trabalho. Ao Mauro, obrigado pela ideia de usar a função K de Ripley, que me rendeu um capítulo a mais nessa dissertação! E à Rita, obrigado por dividir comigo os frutos de *Astrocaryum*, sem os quais seria difícil montar meus experimentos!

Ao professor Paulo Henrique Peixoto (vulgo Rainbow Master). Paulinho, obrigado por sempre me socorrer nos momentos de desespero, desde o EFA até hoje (vou te perturbar sempre!).

À Universidade Federal Rural do Rio de Janeiro, ao Instituto de Florestas e ao Programa de Pós-Graduação por toda infraestrutura e apoio logístico.

À Coordenação de Aperfeiçoamento de Pessoal de Nível Superior (CAPES) pela concessão da bolsa de mestrado.

À Fundação Grupo o Boticário de Proteção à Natureza e à Fundação de Apoio à Pesquisa do Estado do Rio de Janeiro (FAPERJ) pelos apoios financeiros essenciais para o desenvolvimento desse projeto.

A esses bichinhos especiais que são as cutias, por me proporcionarem momentos emocionantes ao permitirem que eu invadissem sua privacidade.

Por fim (mas não menos especial, pois os últimos são os primeiros!), gostaria de expressar minha GRATIDÃO a duas pessoas que foram extremamente importantes para que eu alcançasse meu objetivo. Ao professor Fernando Fernandez e à querida professora Alexandra Pires. Ao Fernando eu gostaria de agradecer duas vezes, uma por ter me recebido em seu laboratório (LECF/UFRJ) e ter permitido eu ir mais longe, e, outra, por me apresentar à GRANDE orientadora Alexandra Pires. A Alexandra, simplesmente OBRIGADO POR TUDO! É difícil e ao mesmo tempo emocionante por em palavras tudo que eu gostaria para agradecer a você. MUITO, MAS MUIIIIIITO OBRIGADO MESMO: por toda atenção, carinho, incentivo, amizade, pela força e confiança depositadas em mim, pelos “puxões de orelha”, pelas discussões valiosas, pelas caronas, pelo sorriso! Obrigado por ser a Alê sempre disposta em ajudar, não só a mim, mas a todas as pessoas desesperadas batendo à sua porta! Por ser uma verdadeira ORIENTADORA para a vida!!! Fico feliz com todo aprendizado que ganhei nesse tempo curto, mas ao mesmo tempo tão intenso, que estive com você!!! Tenha certeza que onde quer que eu vá, levarei um pouquinho de você sempre!!! Valeu mesmo (confesso que vou sentir saudades)!!!

RESUMO

ZUCARATTO, Rodrigo. **Os frutos que as cutias comiam: recrutamento da palmeira *Astrocaryum aculeatissimum* na ausência de seu principal dispersor de sementes.** 2013. 74p Dissertação (Mestrado em Ciências Ambientais, Conservação da Natureza). Instituto de Florestas, Departamento de Ciências Ambientais, Universidade Federal Rural do Rio de Janeiro.

Animais dispersores de sementes são importantes porque movem as sementes para diferentes locais dentro de seu habitat natural, representando inúmeras possibilidades para o estabelecimento de novos indivíduos. Os frutos da maioria das espécies arbóreas nas florestas tropicais são dispersos zoocoricamente. No entanto, em muitas partes dessas florestas a caça e a fragmentação de habitats tem causado a extinção de vários animais, com perda de interações ecológicas importantes para a manutenção da diversidade nesses ambientes, como a dispersão de sementes. Esse estudo foi realizado no Parque Nacional da Tijuca (PNT, 3958 ha, 22°55' - 23°00'S e 43°11' - 43°19' W), um fragmento de Floresta Atlântica que no passado teve grande parte de sua área convertida para agricultura, levando a reduções populacionais ou desaparecimento de algumas espécies da fauna e flora locais. A cutia *Dasyprocta leporina* foi uma das espécies afetadas por esse processo. Na tentativa de mitigar os efeitos causados pelas perturbações antrópicas no PNT, um projeto de reintrodução dessa espécie foi iniciado em 2009. Nesse contexto, o objetivo geral deste trabalho foi avaliar se a reintrodução de um importante dispersor de sementes restabelece interações perdidas na Mata Atlântica, usando como modelo de estudo a palmeira *Astrocaryum aculeatissimum*. A dissertação foi estruturada em dois capítulos. No primeiro foi avaliada a estrutura populacional e o padrão espacial dessa palmeira em uma área onde esses animais ainda estão ausentes. Já no segundo, foi avaliada a influência da reintrodução de cutias na dispersão de sementes e no recrutamento de plântulas de *A. aculeatissimum*. A análise da estrutura populacional e dos padrões espaciais foi feita em uma parcela de 120 x 130 m, dentro da qual todos os indivíduos da espécie foram contabilizados, mapeados e classificados em estádios ontogenéticos. A distribuição espacial e a relação espacial entre diferentes estádios foram analisadas através da função *K* de Ripley. Dos 376 indivíduos amostrados na parcela, a maior parte foi de juvenis (60%), tendo sido encontradas poucas plântulas (7%). O padrão espacial da população foi agregado e não houve dependência espacial entre os indivíduos de estádios iniciais e os adultos. Sementes enterradas foram encontradas somente nas áreas onde as cutias foram reintroduzidas. O baixo número de plântulas demonstra limitações no recrutamento da espécie. No entanto, o enterramento das sementes pelas cutias pode favorecer o estabelecimento de novos indivíduos dessa palmeira. Os resultados encontrados indicam que algumas interações entre essa palmeira e seu principal dispersor foram restabelecidas após a reintrodução desses animais.

Palavras-chave: *Dasyprocta leporina*, interações animal-plantas, *Astrocaryum aculeatissimum*, padrões espaciais.

ABSTRACT

ZUCARATTO, Rodrigo. **The fruits that the agouti ate: seedling recruitment of the palm *Astrocaryum aculeatissimum* in the absence of the main seed disperser.** 2013. 74p Dissertação (Mestrado em Ciências Ambientais, Conservação da Natureza). Instituto de Florestas, Departamento de Ciências Ambientais, Universidade Federal Rural do Rio de Janeiro.

Seed dispersers' animals are important as they move seeds to different places within their natural habitat, representing numerous possibilities for the establishment of new individuals. The fruits of most tree species in tropical forests are dispersed by zoochory. However, in many parts of these forests hunting and habitat fragmentation have caused the extinction of several animals, with the loss of ecological interactions that are important to the maintenance of diversity in these environments, such as seed dispersal. This study was carried out in Tijuca National Park (PNT, 3958 ha, 22 ° 55 ' - 23 ° 00' S and 43 ° 11 ' - 43 ° 19' W), an Atlantic forest fragment converted to agriculture in the past, which leads to population reductions or disappearance of some species of fauna and flora. The agouti *Dasyprocta leporina* was one of the species affected by this process. In an attempt to mitigate the effects caused by human disturbance in the PNT, a project of reintroduction of this species was started in 2009. In this context, the aim of this study was to evaluate if the reintroduction of an important seed disperser restores interactions lost in the Atlantic forest, using the palm *Astrocaryum aculeatissimum* as a study model. This dissertation has been structured in two chapters. In the first was assessed the population structure and spatial pattern of this palm in the absence of these animals. In the second, was evaluated the influence of the agouti reintroduction in seed dispersal and seedling recruitment of *A. aculeatissimum*. The analysis of the population structure and the spatial patterns was carried out in a 120 x 130 m plot, where all palm individuals were counted, mapped and classified in ontogenetic stages. The spatial distribution and the spatial relation among different stages were analyzed using the Ripley's *K* function. Removal experiments were carried out to compare seed fate between areas without agoutis and areas where these animals were reintroduced. From the 376 sampled individuals, most were juveniles (60%), and few seedlings (7%) were found. The spatial pattern of the population was aggregated and there were no spatial dependence among individuals in the early stages and adults. Buried seeds were found only in areas where agoutis were reintroduced. The low number of seedlings indicates limitations in recruitment of the species. However, the burial of seeds by agoutis may favor the establishment of new individuals of this palm. The results show that some interactions between the palm and its main seed disperser were restored after reintroduction of these animals.

Keywords: *Dasyprocta leporina*, animal plant interactions, *Astrocaryum aculeatissimum*, spatial patterns.

LISTA DE FIGURAS

- Figura 1.1.** Parque Nacional da Tijuca e seus quatro setores – (A) Setor Floresta da Tijuca, (B) Setor Serra da Carioca, (C) Setor Pedra Bonita/Pedra da Gávea e (D) Setor Pretos Forros/Covanca (D). Mapa no canto inferior esquerdo indica a localização do Parque no município do Rio de Janeiro. O estudo foi realizado apenas no Setor Floresta da Tijuca. Fonte: Parque Nacional da Tijuca, ICMBio.....12
- Figura 1.2.** Indivíduos de *Astrocaryum aculeatissimum* formando touceiras (foto maior), cacho com frutos (canto superior direito) e detalhe do estipe coberto por espinhos (canto inferior direito).....14
- Figura 1.3.** Proporção de indivíduos da palmeira *Astrocaryum aculeatissimum* e seus respectivos estádios ontogenéticos no Parque Nacional da Tijuca, Rio de Janeiro, Brasil. Valores acima das barras correspondem ao número total de indivíduos em cada estágio.....17
- Figura 1.4.** Proporção de estipes de *Astrocaryum aculeatissimum* produzindo diferentes números de cachos no Parque Nacional da Tijuca, Rio de Janeiro, Brasil. Valores acima das barras correspondem ao número de indivíduos.....18
- Figura 1.5.** (a) Mapa de distribuição de *Astrocaryum aculeatissimum* no Parque Nacional da Tijuca, Rio de Janeiro. O mapa está em coordenadas UTM e o retângulo cinza representa a parcela amostrada. (b) Função K univariada, em sua forma logaritimizada $L(s)$. As linhas tracejadas indicam os intervalos de confiança de 99% dentro dos quais se aceita a hipótese de completa aleatoriedade espacial.....19
- Figura 1.6.** Função K bivariada calculada para plântula (a) e infante (b) com adultos. As linhas tracejadas indicam os envelopes de confiança de 99% dentro dos quais se aceita a hipótese de completa independência espacial.....20
- Figura 2.1.** Indivíduo de *Dasyprocta leporina* reintroduzido no Parque Nacional da Tijuca, Rio de Janeiro, Brasil. Fotografia: Luiza Figueira.....35
- Figura 2.2.** Tempo de remoção e proporção de sementes de *Astrocaryum aculeatissimum* removidas em áreas onde a cutia *Dasyprocta leporina* foi reintroduzida e em áreas ainda sem a presença desses animais no Parque Nacional da Tijuca, Rio de Janeiro, Brasil. Números acima das barras indicam o total de sementes removidas em cada semana.....37
- Figura 2.3.** Distâncias de dispersão de sementes de *Astrocaryum aculeatissimum* no primeiro mês de experimento (a) e um ano após o início do estudo (b), em áreas onde a cutia *Dasyprocta leporina* foi reintroduzida e em áreas ainda sem a presença desses animais, no Parque Nacional da Tijuca, Rio de Janeiro, Brasil. Os círculos e os quadrados representam as sementes, as barras horizontais indicam as médias e os desvios padrões.....38
- Figura 2.4.** Massa das sementes de *Astrocaryum aculeatissimum* em cada um dos destinos analisados (**Ss**: sobre o solo; **Sf**: sob o folheto; **E**: enterradas; **P**: predadas) no primeiro mês de experimento (a) e um ano após o início do estudo (b), em áreas onde a cutia *Dasyprocta leporina* foi reintroduzida e em áreas ainda sem a presença desses animais no Parque Nacional da Tijuca, Rio de Janeiro, Brasil. Os círculos e os quadrados indicam as médias e as linhas o desvio padrão.....39

Figura 2.5. Proporção de sementes de *Astrocaryum aculeatissimum* nos diferentes destinos no primeiro mês de experimento (a) e um ano após o início do estudo (b), em áreas onde a cutia *Dasyprocta leporina* foi reintroduzida no Parque Nacional da Tijuca, Rio de Janeiro, Brasil. As barras indicam as médias e as linhas o desvio padrão.....40

Figura 2.6. Proporção de sementes de *Astrocaryum aculeatissimum* nos diferentes destinos no primeiro mês de experimento (a) e um ano após o início do estudo (b), em áreas ainda sem a presença da cutia *Dasyprocta leporina* no Parque Nacional da Tijuca, Rio de Janeiro, Brasil. As barras indicam as médias e as linhas o desvio padrão.....41

Figura 2.7. Proporção e destino das sementes de *Astrocaryum aculeatissimum* no primeiro (a) e um ano após o início do estudo (b), em áreas onde a cutia *Dasyprocta leporina* foi reintroduzida e em áreas ainda sem a presença desses animais, no Parque Nacional da Tijuca, Rio de Janeiro, Brasil. As barras indicam as médias e as linhas o desvio padrão.....42

LISTA DE TABELAS

Tabela 2.1. Registro das armadilhas fotográficas em pontos localizados nas áreas com a presença da cutia <i>Dasyprocta leporina</i> e em pontos localizados em áreas onde esses animais estão ausentes, no Parque Nacional da Tijuca, Rio de Janeiro, Brasil.....	34
--	----

SUMÁRIO

INTRODUÇÃO GERAL.....	1
Referências.....	3
CAPÍTULO I. ESTRUTURA POPULACIONAL E PADRÕES ESPACIAIS DA PALMEIRA <i>Astrocaryum aculeatissimum</i> NO PARQUE NACIONAL DA TIJUCA.....	7
Resumo.....	8
Abstract.....	9
Introdução.....	10
Material e Métodos.....	12
Área de estudo.....	12
Espécie estudada.....	13
Estrutura populacional.....	14
Produção de frutos.....	15
Análise da distribuição espacial.....	15
Resultados.....	17
Estrutura populacional.....	17
Produção de frutos.....	17
Distribuição espacial.....	18
Análise da relação espacial entre diferentes estádios ontogenéticos.....	20
Discussão.....	21
Referências.....	23
CAPÍTULO II. DISPERSÃO DE SEMENTES DA PALMEIRA <i>Astrocaryum aculeatissimum</i> : INFLUÊNCIA DA REINTRODUÇÃO DA CUTIA <i>Dasyprocta leporina</i>	28
Resumo.....	29
Abstract.....	30
Introdução.....	31
Material e Métodos.....	33
Área de estudo.....	33
A cutia <i>Dasyprocta leporina</i>	35
Experimentos de remoção de sementes.....	35
Resultados.....	37
Discussão.....	43
Referências.....	45
CONCLUSÕES E CONSIDERAÇÕES FINAIS.....	49

INTRODUÇÃO GERAL

A dispersão de sementes une a última fase da reprodução de uma planta com o início do estabelecimento de novos indivíduos (HOWE & SMALLWOOD 1982, WANG & SMITH 2002). Para as espécies que são dispersas zoocoricamente, o comportamento de forrageio dos animais desempenha um papel fundamental na formação dos padrões espaciais das populações de plantas (PERES & BAIDER 1997, SEIDLER & PLOTKIN 2006, ALMEIDA & GALETTI 2007, RODRÍGUEZ-PÉRES *et al.* 2012). O movimento dos agentes dispersores determina o padrão espacial para a dispersão de sementes, que, por sua vez, determina o padrão espacial para a germinação das mesmas, o estabelecimento de plântulas e o crescimento e mortalidade das plantas (JORDANO *et al.* 2011). No entanto, quando os frugívoros estão ausentes, geralmente ocorre um acúmulo de sementes nas proximidades da planta parental. Em decorrência de processos denso-dependentes essas sementes podem sofrer ataque de outros inimigos naturais, reduzindo o recrutamento de novos indivíduos (JANZEN 1970, CONNELL 1971, CHAPMAN & CHAPMAN 1995, CORDEIRO & HOWE 2001, TERBORGH *et al.* 2008, DRACXLER *et al.* 2011).

Os dispersores de sementes são importantes porque além de espalhar as sementes, reduzindo os efeitos dos processos denso-dependentes, aumentam a probabilidade de sobrevivências das mesmas. Isso ocorre porque esses animais podem depositar as sementes em locais favoráveis para sua germinação e recrutamento, longe de outros coespecíficos (HOWE & SMALLWOOD 1982, HOWE 1984, HOWE & MIRITI 2004, HIRSCH *et al.* 2012). Apesar de uma grande diversidade de animais agirem como dispersores de sementes, aves e mamíferos terrestres de médio e grande porte estão entre os dispersores mais efetivos. Esses animais removem uma grande quantidade de sementes e são capazes de movê-las por longas distâncias (FRAGOSO 1997, HOLBROOK *et al.* 2002, JORDANO *et al.* 2007), influenciando na diversidade genética e estrutura espacial das populações de plantas (HAMRICK *et al.* 1993, CHOO *et al.* 2012).

Aves e mamíferos de médio e grande porte, por sua vez, são os animais mais afetados pela fragmentação e a caça nas florestas tropicais. Diante de tais processos os mesmos têm as suas densidades populacionais reduzidas (WILLIS 1979, CHIARELLO 2000). Isso implica em consequências negativas para as comunidades vegetais, com diminuições na diversidade de espécies (*e.g.* DIRZO & MIRANDA 1990, WRIGTH 2003, CORDEIRO & HOWE 2003, TERBORGH *et al.* 2008). Tal fato é evidente no bioma Mata Atlântica, um dos *hotspots* para conservação da biodiversidade mundial (MITTERMEIER *et al.* 2004). A maior parte dos fragmentos remanescentes deste bioma já não tem mais os grandes frugívoros (CHIARELLO 1999, CARDOSO DA SILVA & TABARELLI 2000, TRAVASSOS 2011, CANALE *et al.* 2012). Com a perda desses animais, as espécies de plantas que dependem fortemente dos mesmos para serem dispersas, correm o risco de desaparecer (*e.g.* CARDOSO DA SILVA & TABARELLI 2000).

Entre as plantas dependentes de animais de médio e grande porte para dispersão de suas sementes estão algumas espécies de palmeiras. Na Mata Atlântica ocorrem aproximadamente 45 espécies (HENDERSON *et al.* 1995), que representam um importante recurso alimentar para muitos animais (*e.g.* GALETTI *et al.* 1999, ANDREAZZI *et al.* 2009). Isso porque muitas espécies tem um longo período de frutificação ou produzem frutos no período de escassez de outros recursos (TERBORGH 1986, SPIRONELLO 1991, PERES 1994). Os roedores estocadores, principalmente os do gênero *Dasyprocta* spp. como as cutias, estão entre os animais mais importantes para a dispersão das sementes de palmeiras (SMYTHE 1989, BREWER & REJMÁNEK 1999, BREWER 2001, DONATTI *et al.* 2009,

JORGE & HOWE 2009, JANSEN *et al.* 2012, HIRSCH *et al.* 2012). No entanto, para espécies com frutos grandes e sem polpa a gama de animais que podem manusear e consumir os mesmo é reduzida (ZONA 2006, ANDREAZZI *et al.* 2009). Isso implica em sérias consequências para o recrutamento dessas espécies, principalmente em locais onde seus dispersores foram perdidos.

A palmeira *Astrocaryum aculeatissimum*, endêmica da Mata Atlântica, é uma das espécies dependentes de cutias para o recrutamento de novos indivíduos (GALETTI *et al.* 2006, DONATTI *et al.* 2009, PIRES & GALETTI 2012). No entanto, a extinção desses animais ou a baixa densidade populacional dos mesmos, principalmente em consequência da caça ou da redução das áreas de florestas, acarreta em diminuição do recrutamento para essa espécie (GALETTI *et al.* 2006, DONATTI *et al.* 2009, DRACXLER 2012). Uma maneira de reverter esse processo seria a reintrodução de cutias nessas áreas. De fato, a reintrodução de espécies animais visando o restabelecimento de processos ecológicos perdidos em decorrência de atividades humanas, tem ganhado cada vez mais apelo no cenário da conservação mundial (IUCN 1996, SEDDON *et al.* 2007). No entanto, a maioria dos trabalhos com reintrodução se concentraram apenas em analisar os padrões espaciais e de atividade, a dieta, bem como a adaptação dos animais pós-soltura (BECK *et al.* 1991, ARMSTRONG *et al.* 1999, CHIARELLO 2004, AUSBAND & FORESMAN 2007, HAMILTON *et al.* 2010, CID 2011). Poucos estudos avaliaram o restabelecimento de interações e processos ecológicos após a reintrodução (*e.g.* JAMES & ELDRIDGE 2007). Nesse contexto, o objetivo geral deste trabalho foi avaliar se a reintrodução de um importante dispersor de sementes - a cutia *Dasyprocta leporina* - restabelece interações perdidas na Mata Atlântica, usando como modelo de estudo a palmeira *Astrocaryum aculeatissimum*.

A presente dissertação foi estruturada em dois capítulos. O primeiro descreve a estrutura populacional e o padrão espacial da palmeira *A. aculeatissimum* em áreas do Parque Nacional da Tijuca (PNT, RJ) onde seu principal dispersor de sementes, a cutia *Dasyprocta leporina* ainda encontra-se ausente. Já no segundo, foi avaliada a influência da reintrodução de cutias *D. leporina* na dispersão de sementes e no recrutamento de plântulas de *A. aculeatissimum* no PNT.

REFERÊNCIAS

- ALMEIDA, L.B. & GALETTI, M. 2007.** Seed dispersal and spatial distribution of *Attalea geraensis* (Arecaceae) in two remnants of Cerrado in southeastern Brazil. *Acta Oecologica* 32: 180-187.
- ANDREAZZI, C.S., PIRES, A.S. & FERNANDEZ, F.A.S. 2009.** Mamíferos e palmeiras neotropicais: interações em paisagens fragmentadas. *Oecologia Brasiliensis* 13: 554-574.
- ARMSTRONG, D.P. & EWEN, J.G. 2002.** Dynamics and viability of a New Zealand robin population reintroduced to regenerating fragmented habitat. *Conservation Biology* 16: 1074-1085.
- AUSBAND, D. & FORESMAN, K. 2007.** Swift fox reintroductions on the Blackfoot Indian Reservation, Montana, USA. *Biological Conservation* 136: 423-430.
- BECK, B.B., KLEIMAN, D.G., DIETZ, J.M., CASTRO, I., CARVALHO, C., MARTINS, A. & RETTBERG-BECK, B. 1991.** Losses and reproduction in reintroduced golden lion tamarins *Leontopithecus rosalia*. *Dodo, Journal of Jersey Wildlife Preservation Trust* 27:50-61.
- BREWER, S.W. & REJMÁNEK, M. 1999.** Small rodents as significant dispersers of tree seeds in a Neotropical forest. *Journal of Vegetation Science* 10: 165-174.
- BREWER, S.W. 2001.** Predation and dispersal of large and small seeds of a tropical palm. *Oikos* 92: 245-255.
- CANALE, G.R., PERES, C.A., GUIDORIZZI, C.E., GATTO, C.A.F. & KIERULFF, M.C.M. 2012.** Pervasive defaunation of forest remnants in a Tropical Biodiversity Hotspot. *PLoS ONE* 7(8): e41671. doi:10.1371/journal.pone.0041671.
- CARDOSO DA SILVA, J.M. & TABARELLI, M. 2000.** Tree species impoverishment and the future flora of the Atlantic forest of northeast Brazil. *Nature* 404: 72-74.
- CID, B. 2011.** Reintrodução da cutia-vermelha (*Dasyprocta leporina*) no Parque Nacional da Tijuca (Rio de Janeiro, RJ): avaliação dos procedimentos, determinação do sucesso em curto prazo e caracterização dos padrões espaciais. Dissertação de Mestrado (Ecologia). Universidade Federal do Rio de Janeiro, Rio de Janeiro. 133p.
- CHAPMAN, C.A. & CHAPMAN, L.J. 1995.** Survival without dispersers: seedling recruitment under parents. *Conservation Biology* 9:675-678.
- CHIARELLO, A.G. 1999.** Effects of fragmentation of the Atlantic forest on mammal communities in south-eastern Brazil. *Biological Conservation* 89: 71-82.
- CHIARELLO, A.G. 2000.** Density and population size of mammals in remnants of Brazilian Atlantic Forest. *Conservation Biology* 14: 1649-1657.
- CHIARELLO, A.G. 2004.** A translocation experiment for the conservation of maned sloths, *Bradypus torquatus* (Xenarthra, Bradypodidae). *Biological Conservation* 118:421-430.
- CHOO, J., JUENGER, T.E. & SIMPSON, B.B. 2012.** Consequences of frugivore-mediated seed dispersal for the spatial and genetic structures of a neotropical palm. *Molecular Ecology* 21: 1019-1031.

- CONNELL, J.H. 1971.** On the role of natural enemies in preventing competitive exclusion in some marine animals and in the rain forest trees. Pp 298-310. In: den Boer, P.J. & Gradwell, R., (eds). Dynamics of populations. Centre for Agriculture Publications and Documentation, Wageningen, The Netherlands.
- CORDEIRO, N. J. & HOWE, H. F. 2001.** Low recruitment of trees dispersed by animals in African forest fragments. *Conservation Biology* 15: 1733-1741.
- CORDEIRO, N.J. & HOWE, H.F. 2003.** Forest fragmentation severs mutualism between seed dispersers and an endemic African tree. *Proceedings of the National Academy of Sciences* 100: 14052-14056.
- DONATTI, C.I., GUIMARÃES JUNIOR, P.R. & GALETTI, M. 2009.** Seed dispersal and predation in the Atlantic rainforest palm *Astrocaryum aculeatissimum* across a gradient of seed disperser abundance. *Ecological Research* 24: 1187-1195.
- DRACXLER, C.M., PIRES, A.S. & FERNANDEZ, F.A.S. 2011.** Invertebrate seed predators are not all the same: seed predation by bruchine and scolytine beetles affects palm recruitment in different ways. *Biotropica* 43: 8-11.
- DRACXLER, C.M. 2012.** Recrutamento de palmeiras em fragmentos de Mata Atlântica: entendendo as consequências das florestas vazias. Dissertação de Mestrado (Ecologia). Universidade Federal do Rio de Janeiro, Rio de Janeiro. 92p.
- DIRZO, R. & MIRANDA, A. 1990.** Contemporary neotropical defaunation and forest structure, function and diversity. *Conservation Biology* 4: 444-447.
- FRAGOSO, J.M.V. 1997.** Tapir-generated seed shadows: scale-dependent patchiness in the Amazon rain forest. *Journal of Ecology* 85: 519-529.
- GALETTI, M., ZIPPARRO, V.B. & MORELLATO, P.C. 1999.** Fruiting phenology and frugivory on the palm *Euterpe edulis* in a lowland Atlantic forest of Brazil. *Ecotropica* 5: 115-122.
- GALETTI, M., DONATTI, C.M., PIRES, A.S., GUIMARÃES JÚNIOR, P.R. & 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.
- HAMILTON, L.P., KELLY, P.A., WILLIAMS, D.F., KELT, D.A. & WITTMER, H.U. 2010.** Factors associated with survival of reintroduced riparian brush rabbits in California. *Biological Conservation* 143: 999-1007.
- HAMRICK, J.L., MURAWSKI, D.A. & NASON, J.D. 1993.** The influence of seed dispersal mechanisms on the genetic structure of tropical tree populations. *Vegetatio* 107/108: 281-297.
- HENDERSON, A., GALEANO, G. & BERNAL, R. 1995.** Field Guide to the Palms of the Americas. Princeton University Press, Princeton, New Jersey.
- HIRSCH, B.T., KAYS, R., PEREIRA, V.E. & JANSEN, P.A. 2012.** Directed seed dispersal towards areas with low conspecific tree density by a scatter-hoarding rodent. *Ecology Letters* 15: 1423-1429.

- HOLBROOK, K.M., SMITH, T.B. & HARDESTY, B.D. 2002.** Implications of long-distance movements of frugivorous rain forest hornbills. *Ecography* 25: 745-749.
- HOWE, H.F. & SMALLWOOD, J. 1982.** Ecology of seed dispersal. *Annual Review of Ecology and Systematics* 13: 201-228.
- HOWE, H.F. 1984.** Implications of seed dispersal by animals for tropical reserve management. *Biological Conservation* 30: 261-281.
- HOWE, H.F. & MIRITI, M.N. 2004.** When seed dispersal matters. *Bioscience* 54: 651-660.
- IUCN. 1996.** IUCN/SSC guidelines for re-introductions. In: Proceedings of the 41st Meeting of the IUCN Council, Gland, Switzerland.
- JAMES, A.I. & ELDRIDGE, D.J. 2007.** Reintroduction of fossorial native mammals and potential impacts on ecosystem processes in an Australian desert landscape. *Biological Conservation* 138: 351-359.
- JANSEN, P.A., HIRSCH, B.T., EMSENS, W-J., ZAMORA-GUTIERREZ, V., WIKELSKI, M. & KAYS, R. 2012.** Thieving rodents as substitute dispersers of megafauna seeds. *Proceedings of the National Academy of Sciences* 109: 12610-12615.
- JANZEN, D.H. 1970.** Herbivores and the number of tree species in tropical forests. *The American Naturalist* 104: 501-528.
- JORDANO, P., GARCIA, C., GODOY, J.A. & GARCIA-CASTAÑO. 2007.** Differential contribution of frugivores to complex seed dispersal patterns. *PNAS* 104: 3278-3282.
- JORDANO, P., FORGET, P-M., LAMBERT, J.E., BOHNING-GAESE, K., TRAVESET, A. & WRIGHT, S.J. 2011.** Frugivores and seed dispersal: mechanisms and consequences for biodiversity of a key ecological interaction. *Biology Letters* 7: 321-323.
- JORGE, M.L.S.P. & HOWE, H.F. 2009.** Can forest fragmentation disrupt a conditional mutualism? A case from central Amazon. *Oecologia* 161: 709-718.
- MITTERMEIER, R.A., GIL, P.R., HOFFMAN, M., PILGRIM, J., BROOKS, T., MITTERMEIER, C.G., LAMOREUX, J. & FONSECA, G.A.B. 2004.** Hotspots revisited: earth's biologically richest and most endangered terrestrial ecoregions. CEMEX & Agrupacion Sierra Madre, Mexico city.
- PERES, C.A. 1994.** Primate responses to phenological changes in an Amazonian Terra Firme forest. *Biotropica* 26: 98-112.
- PERES, C.A. & BAIDER, C. 1997.** Seed dispersal, spatial distribution and population structure of Brazil nut trees (*Bertholletia excelsa*) in southeastern Amazonia. *Journal of Tropical Ecology* 13: 595-616.
- PIRES, A.S. & GALETTI, M. 2012.** The agouti *Dasyprocta leporina* (Rodentia: Dasyproctidae) as seed disperser of the palm *Astrocaryum aculeatissimum*. *Mastozoologia Neotropical* 19: 147-153.

- RODRÍGUEZ-PÉREZ, J., WIEGAND, T. & TRAVESET, A. 2012.** Adult proximity and frugivore's activity structure the spatial pattern in an endangered plant. *Functional Ecology* 26: 1221-1229.
- SEDDON, P.J., ARMSTRONG, D.P. & MALONEY, R.F. 2007.** Developing the science of reintroduction biology. *Conservation Biology* 21: 303-312.
- SEIDLER, T.G. & PLOTKIN, J.B. 2006.** Seed dispersal and spatial pattern in tropical trees. *Plos Biology* 11: 2132-2137.
- SMYTHE, N. 1989.** Seed survival in the palm *Astrocaryum standleyanum*: evidence for dependence upon its seed dispersers. *Biotropica* 21: 50-56.
- SPIRONELLO, W.R. 1991.** Importância dos frutos de palmeiras (Palmae) na dieta de um grupode *Cebus apella* (Cebidae, Primates) na Amazônia Central. Pp 285-296. In: Rylands, A.B. & Bernardes, A.T. (eds). A primatologia no Brasil. João Pessoa, Fundação Biodiversitas.
- TRAVASSOS, L. 2011.** Impacto da sobrecaça em populações de mamíferos e suas interações ecológicas nas florestas neotropicais. *Oecologia Australis* 15: 380-411.
- TERBORGH, J. 1986.** Keystone plant resources in the tropical forest. Pp 330-340. In Soulé, M.E. (ed). Conservation Biology. Sinauer, Sunderland, Massachusetts.
- TERBORGH, J., NUÑES-ITURRI, G., PITMAN, N.C.A., VALVERDE, F.H.C., ALVAREZ, P., SWAMY, V., PRINGLE, E.G. & PAINE, C.E.T. 2008.** Tree recruitment in an empty forest. *Ecology*, 89: 1757-1768.
- WANG, B.C. & SMITH, T.B. 2002.** Closing the seed dispersal loop. *Trends in Ecology & Evolution* 17: 379-385.
- WILLIS, E.O. 1979.** The composition of avian communities in remanescent woodlots in southern Brazil. *Papéis Avulsos de Zoologia* 33: 1-25.
- WRIGHT, S.J. 2003.** The myriad consequences of hunting for vertebrates and plants in tropical forests. *Perspectives in Plant Ecology, Evolution and Systematics* 6: 73-86.
- ZONA, S. 2006.** Additions to a review of animal-mediated seed dispersal of palms. <http://www.virtualherbarium.org/palms/psdispersal.html>. (Acessado em 10/12/2012).

CAPÍTULO I

ESTRUTURA POPULACIONAL E PADRÕES ESPACIAIS DA PALMEIRA *Astrocaryum aculeatissimum* NO PARQUE NACIONAL DA TIJUCA

RESUMO

(Estrutura populacional e padrões espaciais da palmeira *Astrocaryum aculeatissimum* no Parque Nacional da Tijuca). Conhecer a estrutura populacional e o padrão espacial de uma espécie pode fornecer informações importantes sobre diversos aspectos de sua história de vida e das perturbações sofridas durante a mesma. A análise espacial, embora não possa identificar diretamente os processos ecológicos que atuam em uma espécie, pode levar a inferências sobre quais são mais importantes, sendo considerada uma questão chave nos estudos de ecologia florestal. Dessa forma, este estudo teve como objetivos: (1) descrever a estrutura populacional da palmeira *Astrocaryum aculeatissimum* em uma área sem a presença do seu principal dispersor de sementes, (2) analisar a distribuição espacial da espécie nessa mesma área e (3) investigar a relação espacial entre indivíduos de diferentes estádios ontogenéticos. O estudo foi realizado no Parque Nacional da Tijuca (PNT, 3958 ha, 22°55' - 23°00'S e 43°11' - 43°19' W). A análise da estrutura populacional e dos padrões espaciais foi feita em uma parcela de 120 x 130 m (1,56 ha), dentro da qual todos os indivíduos da espécie foram contabilizados e classificados em diferentes estádios ontogenéticos. Também foram registradas as coordenadas geográficas de cada indivíduo, com auxílio de um GPS. Para análise da distribuição espacial e da relação espacial entre diferentes estádios foi utilizada a função *K* de Ripley. Foram contabilizados 376 indivíduos de *A. aculeatissimum*, sendo cerca de 60% juvenis. Plântulas foram raras correspondendo a 7% dos indivíduos amostrados. O padrão espacial encontrado para a espécie foi agregado, não havendo dependência espacial entre estádios de plântulas e infantes com adultos. Um maior número de indivíduos na classe intermediária (juvenil) e poucos indivíduos nas classes iniciais (plântulas e infantes) sugere que a população pode sofrer uma diminuição caso esse padrão se mantenha ao longo dos anos. O padrão de agregação encontrado é reforçado pelas curtas distâncias de dispersão realizadas por pequenos roedores, que foram os principais consumidores dos frutos dessa espécie nas áreas sem cutias. Além disso, pequenos roedores não compensam a dispersão de sementes de *A. aculeatissimum* por cutias, quando as mesmas estão ausentes ou em baixas densidades populacionais. Sendo assim, a ausência do principal dispersor de sementes de *A. aculeatissimum* parece ser o principal fator que influencia na estrutura populacional e nos padrões espaciais dessa espécie.

Palavras-chave: *Astrocaryum*, estrutura populacional, padrões espaciais, função *K* de Ripley.

ABSTRACT

(Population structure and spatial patterns of the palm *Astrocaryum aculeatissimum* in the Tijuca National Park). The knowledge of the population structure and spatial pattern of a species can provide important information on various aspects or disturbances occurring during their life history. Although spatial analysis cannot identify the ecological processes that act on a species, it can lead to inferences about what are the most important, and is considered a key issue in forest ecology studies. In this way, this study aimed to: (1) describe the population structure of the palm *A. aculeatissimum* in an area without the presence of their main seed disperser, (2) analyze the spatial distribution of the species in the same area and (3) investigate the spatial relationship between individuals of different ontogenetic stages. The study was carried out in Tijuca National Park (PNT, 3958 ha, 22°55' - 23°00'S and 43°11' - 43°19' W). The analysis of population structure and spatial patterns was made on a plot of 1.20 x 1.30 m (1.56 ha), where all palm individuals were recorded and classified in different ontogenetic stages. We also recorded the geographic coordinates of each individual using a GPS. The spatial distribution and the spatial relationship between different stages were performed by Ripley's *K* function. We recorded 376 individuals of *A. aculeatissimum*, 60% of them juveniles. Seedlings were rare, accounting for 7% of the individuals sampled. The spatial pattern found for the species was aggregated, with no spatial dependence between seedling stages and infants with adults. A larger number of individuals in the intermediate class (juvenile) and few individuals in the initial classes (seedlings and infants) shows that the population structure of *A. aculeatissimum* follows a different pattern of J-shaped, indicating that the population may decline if this pattern continues. The pattern of aggregation found is reinforced by the short distance carried out by small rodents, which were the mainly consumers of *A. aculeatissimum* fruits in areas without agoutis. Furthermore, small rodents do not compensate the dispersion of seeds of *A. aculeatissimum* by agoutis, when they are absent or at low densities. Thus, the absence of the primary seed disperser of the palm *A. aculeatissimum* seems to be the main factor that influences the population structure and spatial patterns of this species.

Key-words: *Astrocaryum*, population structure, spatial patterns, Ripley's *K* function.

INTRODUÇÃO

Tamanha é a diversidade biológica das florestas tropicais, que a maior parte dos *hotspots* para a conservação da biodiversidade mundial, se encontra nesses ecossistemas (MITTERMEIER *et al.* 2004). No entanto, tais ambientes estão sob constante pressão antrópica, a ponto de extinguir ou por em risco de extinção algumas plantas e animais presentes nessas áreas. Mesmo que em grandes porções dessas florestas a vegetação aparente ainda estar intacta, grande parte de sua fauna já foi localmente extinta, em decorrência principalmente da caça (REDFORD 1992, PERES 2001). Esse processo de defaunação leva a um decréscimo das interações entre animais e plantas, com consequências negativas para essas florestas (*e.g.* DIRZO & MIRANDA 1990, REDFORD 1992, CARDOSO DA SILVA & TABARELI 2000, TERBORGH *et al.* 2008, MELO *et al.* 2010). Janzen (1974) percebeu que importantes parceiros mutualísticos haviam desaparecido, em decorrência do intenso desmatamento na América Central, reconhecendo a perda de interações ecológicas como um problema para a conservação dos ambientes tropicais. Dentre as interações animal-plantas, as mais criticamente afetadas são aquelas que interferem diretamente no sucesso reprodutivo das plantas, como a polinização e a dispersão de sementes, processos ecológicos considerados essenciais para manutenção da diversidade nos trópicos (MURCIA 1996, CORDEIRO & HOWE 2003, CRAMER *et al.* 2007).

A dispersão de sementes é um dos principais processos que regulam o recrutamento de plântulas, a distribuição espacial das espécies vegetais e a viabilidade populacional dessas espécies em longo prazo (HOWE 1984, ASQUIT *et al.* 1999, JORDANO *et al.* 2006). Dessa forma, qualquer interferência nesse processo, pode gerar mudanças na estrutura populacional e no arranjo espacial de muitas espécies de plantas. Um arranjo espacial agregado, por exemplo, pode ser reflexo das limitações na capacidade de dispersão de algumas espécies (BAROT *et al.* 1999, CONDIT *et al.* 2000). Essas limitações, no entanto, podem ser uma característica da própria planta. Espécies raras ou com nichos bastante específicos podem apresentar níveis maiores de agregação do que espécies comuns. Da mesma forma, espécies dispersadas por meios abióticos, também apresentam padrões agregados (CONDIT *et al.* 2000, SEIDLER & PLOTKIN 2006, ZHANG *et al.* 2012). Já as espécies com mecanismos de dispersão mais complexos, como as zoocóricas, têm padrões diferentes em distâncias maiores (JANZEN 1970, SEIDLER & PLOTKIN 2006). Porém, essas espécies podem apresentar um padrão mais agregado quando seus dispersores estão ausentes (RODRÍGUES-PÉREZ *et al.* 2012).

Em florestas tropicais, a maioria das espécies arbóreas produz frutos com sementes que são dispersas zoocoricamente (HOWE & SMALLWOOD, 1982; HOWE, 1984, JORDANO 2000). Dentre essas espécies, as palmeiras (Arecaceae) estão entre as plantas com maior representatividade nessas florestas (HENDERSON *et al.* 1995). Essas plantas são consideradas recursos importantes para muitos animais, uma vez que algumas espécies têm período de frutificação em épocas de escassez de outros recursos (TERBORGH 1986, SPIRONELLO 1991, PERES 1994). Por sua vez, por dependerem principalmente dos animais para dispersarem suas sementes, muitas palmeiras podem sofrer uma redução no recrutamento de novos indivíduos em áreas defaunadas (GALETTI *et al.* 2006, DONATTI *et al.* 2009, FADINI *et al.* 2009, DRACXLER 2012). Isso é ainda mais evidenciado para palmeiras com frutos grandes, que limitam a capacidade de frugívoros que podem manusear e consumir seus frutos (ZONA & HENDERSON 1989, ZONA 2006, ANDREAZZI *et al.* 2009).

Algumas espécies do gênero *Astrocaryum* – o qual possui grandes sementes – dependem exclusivamente de roedores estocadores, tais como cutias, para dispersarem suas

sementes (SMYTHE 1989, BREWER & REJMÁNEK 1999, BREWER 2001, DONATTI *et al.* 2009, JORGE & HOWE 2009, JANSEN *et al.* 2012, PIRES & GALETTI 2012). Esses animais tem o comportamento de armazenar sementes em vários locais dentro de suas áreas de vida, para consumirem posteriormente (SMYTHE 1978, JANSEN & FORGET 2001). Porém, para evitar que essas sementes sejam roubadas por outros indivíduos, as cutias removem as sementes para novos locais repetidas vezes (HIRSCH *et al.* 2012, JANSEN *et al.* 2012). Isso gera profundas mudanças na estrutura espacial das comunidades de plantas, já que a dispersão pode ser direcionada para locais com baixas densidades de adultos coespecíficos, onde sementes e plântulas são menos suscetíveis aos inimigos naturais (HIRSCH *et al.* 2012). Contudo, em fragmentos florestais, onde esses animais estão ausentes ou em baixas densidades populacionais, o recrutamento de plântulas para essas espécies é reduzido (GALETTI *et al.* 2006, DONATTI *et al.* 2009). Uma redução no recrutamento pode levar a uma redução do número de indivíduos em estádios iniciais (GALETTI *et al.* 2006, DRACXLER 2012), causando um desbalanceamento populacional e alterações nos padrões espaciais.

Sendo assim, o conhecimento da estrutura populacional e do padrão espacial de uma dada espécie pode fornecer informações importantes sobre diversos aspectos de sua história de vida e perturbações sofridas durante a mesma (STERNER *et al.* 1986, HAASE, 1995). A análise espacial, embora não possa identificar diretamente os processos ecológicos que atuam na espécie, pode levar a inferências sobre quais são mais importantes (KENKEL 1988, COOMES *et al.* 1999). Dessa forma, este estudo objetivou responder as seguintes questões: (1) Qual a estrutura populacional de *A. aculeatissimum* em uma área sem a presença do seu principal dispersor de sementes? (2) Qual a distribuição espacial da espécie nessa mesma área? (3) Qual a relação espacial entre indivíduos de diferentes classes de idade? As hipóteses são: (1) A estrutura populacional não segue o padrão de J-invertido, devido a um menor recrutamento de plântulas causado pela ausência de seu principal dispersor, (2) O padrão espacial de *A. aculeatissimum* no Parque é agregado devido à limitações na dispersão, e (3) Indivíduos de estádios iniciais estão mais associados a adultos reprodutivos do que indivíduos de estágios mais avançados, devido à reduções nas distâncias de dispersão causadas pela ausência de cutias nos últimos anos.

MATERIAL E MÉTODOS

Área de estudo

O estudo foi realizado de novembro de 2011 a novembro de 2012, no Parque Nacional da Tijuca (PNT), uma área de floresta localizada no centro da cidade do Rio de Janeiro, Brasil. O PNT está inserido nas montanhas do Maciço da Tijuca entre os paralelos 22°55' – 23°00' S e os meridianos 43°11' – 43°19' W e abrange uma área de 3.958 ha. Dividido em quatro setores - Floresta da Tijuca (A), Serra da Carioca (B), Pedra Bonita/Pedra da Gávea (C) e Pretos Forros/Covanca (D) - o Parque corresponde a cerca de 3,5% da área do município do Rio de Janeiro (ICMBio 2008, Figura 1.1).

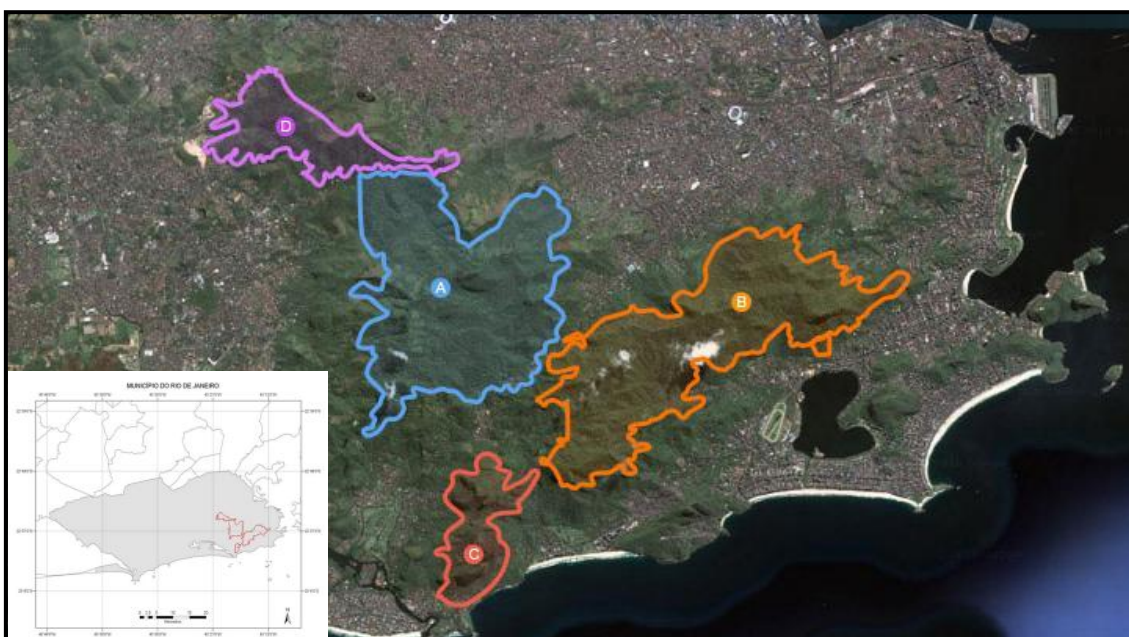


Figura 1.1. Parque Nacional da Tijuca e seus quatro setores – (A) Setor Floresta da Tijuca, (B) Setor Serra da Carioca, (C) Setor Pedra Bonita/Pedra da Gávea e (D) Setor Pretos Forros/Covanca (D). Mapa no canto inferior esquerdo indica a localização do Parque no município do Rio de Janeiro. O estudo foi realizado apenas no Setor Floresta da Tijuca. Fonte: Parque Nacional da Tijuca, ICMBio.

A cobertura vegetal do PNT é classificada como Floresta Ombrófila Densa. O clima da região é tropical com verões chuvosos e invernos secos. A precipitação anual normalmente excede os 2.000 mm e as temperaturas médias anuais variam entre 18 e 22 °C. As variações de altitude estão entre 80 e 1021 m. A vegetação no PNT se encontra em um estágio secundário avançado de regeneração, já que a área sofreu intervenções antrópicas entre os séculos XVII e XIX (DRUMOND 1988, ICMBio 2008).

O histórico de devastação do PNT começou com a retirada da vegetação e a exploração de madeira para o desenvolvimento da indústria canavieira a partir do século XVII. Porém, a maior devastação ocorrida na área foi devida à implantação da monocultura cafeeira por volta de 1760. Numerosas plantações de café, aproveitando o solo rico em nutrientes do local, se estenderam até meados do século XIX (DRUMMOND 1988). Esses processos de deterioração culminaram em sérios problemas ambientais. Com o desmatamento algumas nascentes desapareceram, comprometendo o fornecimento de água para a cidade do Rio de Janeiro. A necessidade de assegurar a manutenção dos sistemas de abastecimento de

água fez com que as autoridades da época tomassem medidas para resolver esse problema. A solução encontrada foi o reflorestamento das áreas desmatadas (DRUMMOND 1998, ICMBio 2008).

O reflorestamento do PNT teve início em 1862. Durante 13 anos foram plantadas mais de 60 mil mudas de espécies nativas e exóticas. Entre as espécies exóticas destacam-se a jaqueira *Artocarpus heterophyllus*, o café *Coffea arabica*, a dracena *Dracena fragans* e algumas espécies do gênero *Eucalyptus* (FREITAS *et al.* 2006, ICMBio 2008). A partir de 1969 foram iniciadas também as primeiras solturas de espécies animais no PNT (COIMBRA-FILHO & ALDRIGHI 1971). Essa restauração de fauna, como foi chamada, se resumia em: (1) repovoamento de indivíduos de espécies presentes na área, para aumento de seus tamanhos populacionais e (2) reintrodução de algumas espécies já desaparecidas (COIMBRA-FILHO & ALDRIGHI 1971). Os trabalhos de repovoamento se estenderam até o ano de 1973, contabilizando 976 animais liberados no Parque (COIMBRA-FILHO & ALDRIGHI 1971, 1972; COIMBRA-FILHO *et al.* 1973).

O antigo Plano de Manejo do Parque relatava que as populações dos grandes mamíferos estavam representadas por poucas espécies e com populações significativamente reduzidas, com dominância de populações de roedores, quirópteros e marsupiais. Dentre os roedores aparecem espécies de pequeno e médio porte como o esquilo, *Guerlinguetus ingrami*, o rato preto, *Rattus rattus* e a paca, *Cuniculus paca* (ICMBio 2008). Apesar de a cutia *Dasyprocta leporina* constar na lista do antigo plano de manejo do Parque e alguns indivíduos (n = 25) terem sido liberados no Parque na década de 70, não havia registros desses animais na área desde então. Sendo assim, foi iniciado em 2009 um programa de reintrodução da espécie no Parque (CID 2011), com o principal objetivo de reestabelecer processos ecológicos, já que alguns estudos indicavam reduções no recrutamento de algumas espécies de plantas (MONTEZUMA *et al.* 2005). Porém, mesmo com a reintrodução, existem locais no Parque onde esses animais ainda não se estabeleceram.

Espécie estudada

O gênero *Astrocaryum* contém cerca de 40 espécies, distribuídas nas regiões tropicais da América do Sul, se estendendo ao norte até a América Central e Trinidad (KAHN 2008). Seus estipes podem ser agrupados, formando touceiras, ou solitários. Muitos desses estipes são cobertos por espinhos pretos e achatados de até 30 cm. As folhas são pinadas, em número de três a 30, rígidas e ascendentes – sempre espinhosas. A superfície abaxial da folha tem uma coloração prateada, uma característica que serve para distinguir as espécies desse gênero. Os folíolos são lineares e regularmente organizados no mesmo plano e as inflorescências originam-se entre as folhas. Os frutos apresentam coloração amarela, verde, laranja ou marrom, e geralmente são lisos ou espinhosos, com uma única semente. São palmeiras de regiões de baixada, algumas vezes alcançando elevações de 1200 m (ENDERSON *et al.* 1995).

A. aculeatissimum (Scott) Burret, popularmente conhecida como brejaúva ou iri, é uma palmeira que ocorre na costa Atlântica do Brasil, da Bahia até Santa Catarina, e também em partes de Minas Gerais (ENDERSON *et al.* 1995, LORENZI *et al.* 2004, Figura 1.2). É encontrado em matas úmidas de baixada, em solos não inundáveis, ou às vezes em capoeiras e pastagens em baixas elevações (LORENZI *et al.* 2004). Seus estipes variam em tamanho, podendo chegar a oito metros de altura, e podem ser solitários ou agregados (ENDERSON

et al. 1995). Os frutos são ovóides ou pririformes, com mesocarpo fino e fibroso e revestidos por pelos finos e rígidos, de coloração castanha ou marrom (LORENZI *et al.* 2004). A produtividade é geralmente alta, sendo produzidos de 100 a 500 frutos por estipe (PIRES 2006, DRACXLER *et al.* 2011). Esses frutos medem de 3,5 a 4,5 cm de comprimento e 3,0 a 3,5 cm de diâmetro (HENDERSON *et al.* 1995).



Figura 1.2. Indivíduos de *Astrocaryum aculeatissimum* formando touceiras (foto maior), cacho com frutos (canto superior direito) e detalhe do estipe coberto por espinhos (canto inferior direito).

Estrutura populacional

A estrutura populacional de *A. aculeatissimum* no PNT foi avaliada em uma parcela de 120 x 130 m (1,56 ha) de junho a agosto de 2012. Antes da delimitação da parcela, foram percorridas as trilhas sem ocorrência conhecida de *D. leporina* (ver Capítulo 2), para procura de possíveis locais com a presença de um número visualmente expressivo de indivíduos de *A. aculeatissimum*. Uma vez definidos esses locais, foi feito um sorteio para selecionar em qual deles seria demarcada a parcela. A parcela foi instalada próxima à Trilha do Taquaruçu (22°57'39,0" S – 43°17'50,2"O), onde a declividade do terreno não era muito acentuada. Todos os indivíduos de *A. aculeatissimum* encontrados dentro da parcela foram quantificados e tiveram suas coordenadas geográficas marcadas com auxílio de um aparelho de posicionamento global (GPS Garmin eTrex® H). Adicionalmente, cada indivíduo foi classificado em um dos seguintes estádios ontogenéticos, conforme definido por Portela & Santos (2011): **(1) plântula** - indivíduos com folhas bífidadas, **(2) infante** - indivíduos com presença de folhas transicionais (transicional, entre bífida e pinada), **(3) jovem**- indivíduos com folhas pinadas, sem presença de estipe aéreo, **(4) imaturo ou virgem** - indivíduos com estipe aparente, mas sem sinal de evento reprodutivo e **(5) reprodutivos ou adultos** -

indivíduos com sinal de evento reprodutivo (presença de inflorescência ou infrutescência). Quando a espécie ocorreu formando touceira, apenas o indivíduo de maior estágio ontogenético foi registrado. Esse procedimento foi utilizado para evitar que houvesse uma superestimativa da agregação dos indivíduos, que em alguns casos poderiam ser resultantes de reprodução assexuada.

Produção de frutos

Como a produtividade é um dos fatores que pode afetar o recrutamento de plântulas e, conseqüentemente, a estrutura populacional e a distribuição espacial da espécie, a produção de frutos de *Astrocaryum aculeatissimum* foi estimada. Foram contados o número de cachos produzidos em estipes solitários e o número de frutos em cada cacho. A escolha dos indivíduos foi feita através da procura dos mesmos pelas trilhas do Parque ou em locais próximos a estas, sendo selecionados 35 indivíduos adultos. Cada indivíduo estava a pelo menos 50 m de distância de outro coespecífico. Tanto indivíduos com sinais antigos de reprodução, mas que não estivessem produzindo frutos, como indivíduos frutificando, foram incluídos nas análises. Quando localizado um indivíduo frutificando, era realizado um registro fotográfico do cacho para posterior contagem de seus frutos. As imagens foram feitas com o auxílio de uma câmera digital de alta resolução e apenas um lado dos cachos foi fotografado. Posteriormente as fotos foram ampliadas, em computador, para contagem dos frutos. Em seguida, esse número era multiplicado por dois, de modo a obter uma estimativa aproximada do número total de frutos produzido por cacho.

Análise da distribuição espacial

Para análise da distribuição espacial, foi escolhida a função K de Ripley (RIPLEY 1977). A função K é uma função de densidade de probabilidade, também conhecida como análise de segunda ordem, pois se baseia em medidas de segunda ordem, i.e. na variância das distâncias ponto-a-ponto (RIPLEY 1977, HAASE 1995). É um método baseado em contagem e distâncias, sendo necessário o conhecimento das coordenadas (x, y) de cada ponto (CAPRETZ *et al.* 2012). Essa função tem sido considerada uma das ferramentas estatísticas mais apropriadas para as análises dos padrões espaciais (HAASE 1995, DIXON 2002), sendo utilizada amplamente nos últimos anos (BATISTA & MAGUIRE 1998, BAROT *et al.* 1999, NISHIMURA *et al.* 2008, LUO *et al.* 2011, CAPRETZ *et al.* 2012, MACHADO *et al.* 2012).

O procedimento consiste em se determinar um círculo de raio s centrado em cada árvore, onde o número de vizinhos presentes dentro da área desse círculo é contado (HAASE 1995, ANJOS *et al.* 1998). Variando o raio s é possível determinar o padrão em diferentes escalas de distâncias (CAPRETZ *et al.* 2012). Para facilitar a visualização dos resultados, a função $K(s)$ é transformada na sua função $L(s)$. Os resultados são plotados em um gráfico onde as abscissas representam s e as ordenadas sua função transformada $L(s)$ (RIPLEY 1979).

Para análise da distribuição espacial da espécie foi usada a função K univariada. Foram testados os desvios em relação à Completa Aleatoriedade Espacial (CAE), através de 500 simulações de Monte Carlo, gerando limites de confiança máximos e mínimos. Se o padrão for completamente aleatório, a função $L(s)$ se apresentará como uma linha dentro dos limites. Se o padrão for agregado, a função $L(s)$ assumirá valores positivos, se distanciando do eixo x . Se o padrão for uniforme, a função $L(s)$ assumirá valores negativos.

Para análise da relação de dependência ou independência entre as classes de tamanho foi utilizada a função K bivariada. Nessa análise foram utilizados apenas indivíduos de estágios ontogenéticos iniciais (plântulas e infantes) com o estágio adulto. Esse procedimento foi utilizado, já que devido ao longo tempo de vida da espécie os efeitos da ausência das cutias nos últimos 20 anos deveriam se expressar mais fortemente nas classes mais iniciais. Nesse caso foram testados desvios em relação à Completa Independência Espacial (CIE). Limites de confiança também foram gerados e sua interpretação foi análoga à da função univariada, sendo os valores positivos indicadores de associação e os negativos de repulsão. Já dentro dos limites de confiança é aceita a hipótese de CIE. O raio empregado para o cálculo da função K variou de 1 a 60 m, sendo a distância máxima correspondente à metade do menor lado da parcela para evitar estimativas incorretas da função (RIPLEY 1977). Todas as análises, bem como os respectivos limites de confiança, foram geradas através do software SpPack (PERRY 2004).

RESULTADOS

Estrutura populacional

Foram contabilizados 376 indivíduos de *A. aculeatissimum* na parcela amostrada, resultando em uma densidade de cerca de 240 ind/ha. O número de indivíduos variou entre os estádios ontogenéticos determinados. O estágio com maior número de registros foi o juvenil, correspondendo a cerca de 60% do total de indivíduos. O estágio virgem apareceu como o segundo em número de registros e representou 18% dos indivíduos amostrados. Adultos, infantes e plântulas foram os que tiveram um menor número registrado, correspondendo a 8% e 7% respectivamente (Figura 1.3).

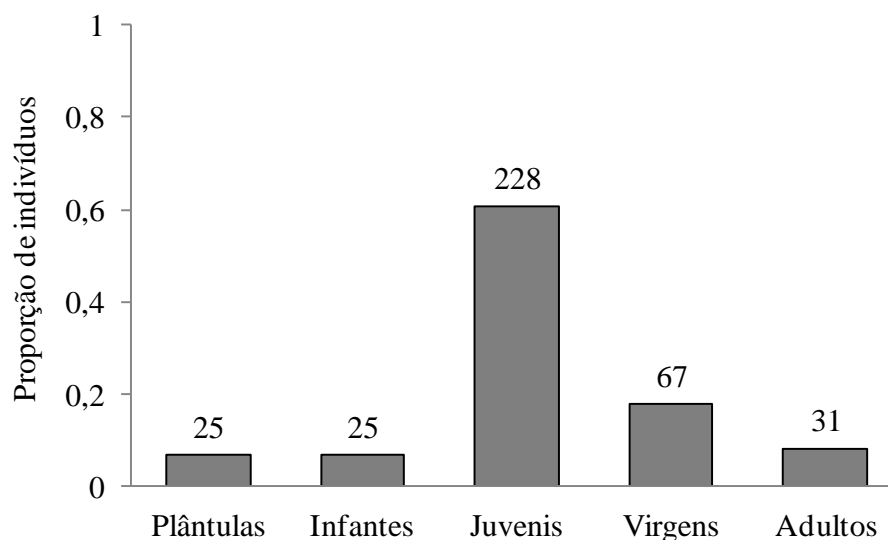


Figura 1.3. Proporção de indivíduos da palmeira *Astrocaryum aculeatissimum* e seus respectivos estádios ontogenéticos no Parque Nacional da Tijuca, Rio de Janeiro, Brasil. Valores acima das barras correspondem ao número total de indivíduos em cada estágio.

Produção de frutos

Foram contabilizados 44 cachos nos 35 estipes analisados, sendo que destes, 28 estavam produzindo frutos. O número de cachos por estipe variou de zero a três (média \pm desvio padrão = $1,3 \pm 0,9$, Figura 1.4). Excluindo os indivíduos que não estavam produzindo frutos no momento da análise, a média do número de cachos produzidos por estipe foi de $1,6 \pm 0,6$. Considerando todos os indivíduos amostrados o número médio de frutos por cacho foi de $70,4 \pm 60,1$ (média \pm desvio padrão), e excluindo os que não estavam produzindo frutos, $88,0 \pm 54,2$ (média \pm desvio padrão) frutos por cacho. Isso correspondeu a uma produtividade de $91,5 \pm 54,1$ (média \pm desvio padrão) e $140,8 \pm 32,5$ (média \pm desvio padrão) frutos por estipe, para todos os estipes analisados e somente estipes frutificando, respectivamente.

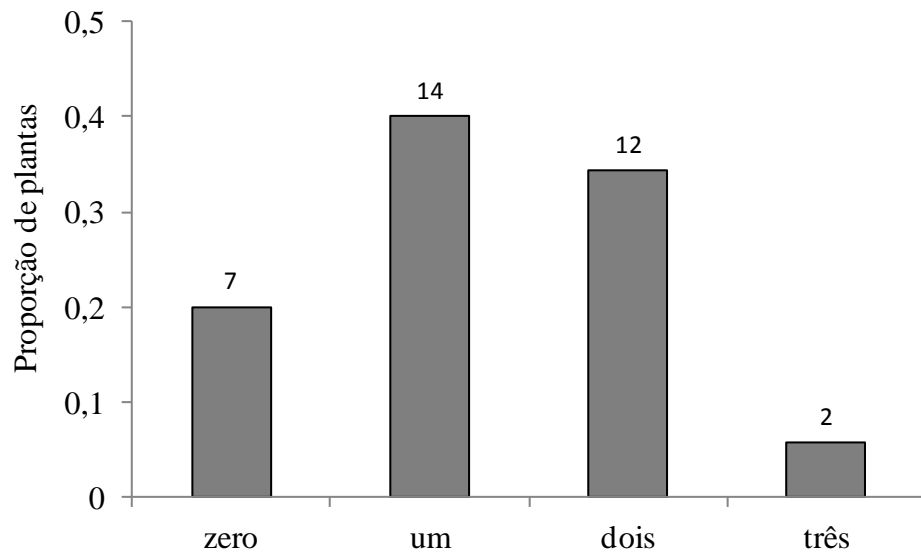


Figura 1.4. Proporção de estipes de *Astrocaryum aculeatissimum* produzindo diferentes números de cachos no Parque Nacional da Tijuca, Rio de Janeiro, Brasil. Valores acima das barras correspondem ao número de indivíduos.

Distribuição espacial

Considerando todos os indivíduos, o padrão espacial de *A. aculeatissimum* foi agregado (Figura 1.5). A CAE foi rejeitada em todas as classes de distância analisadas, com pico de intensidade a partir dos 7 m (Figura 1.5b).

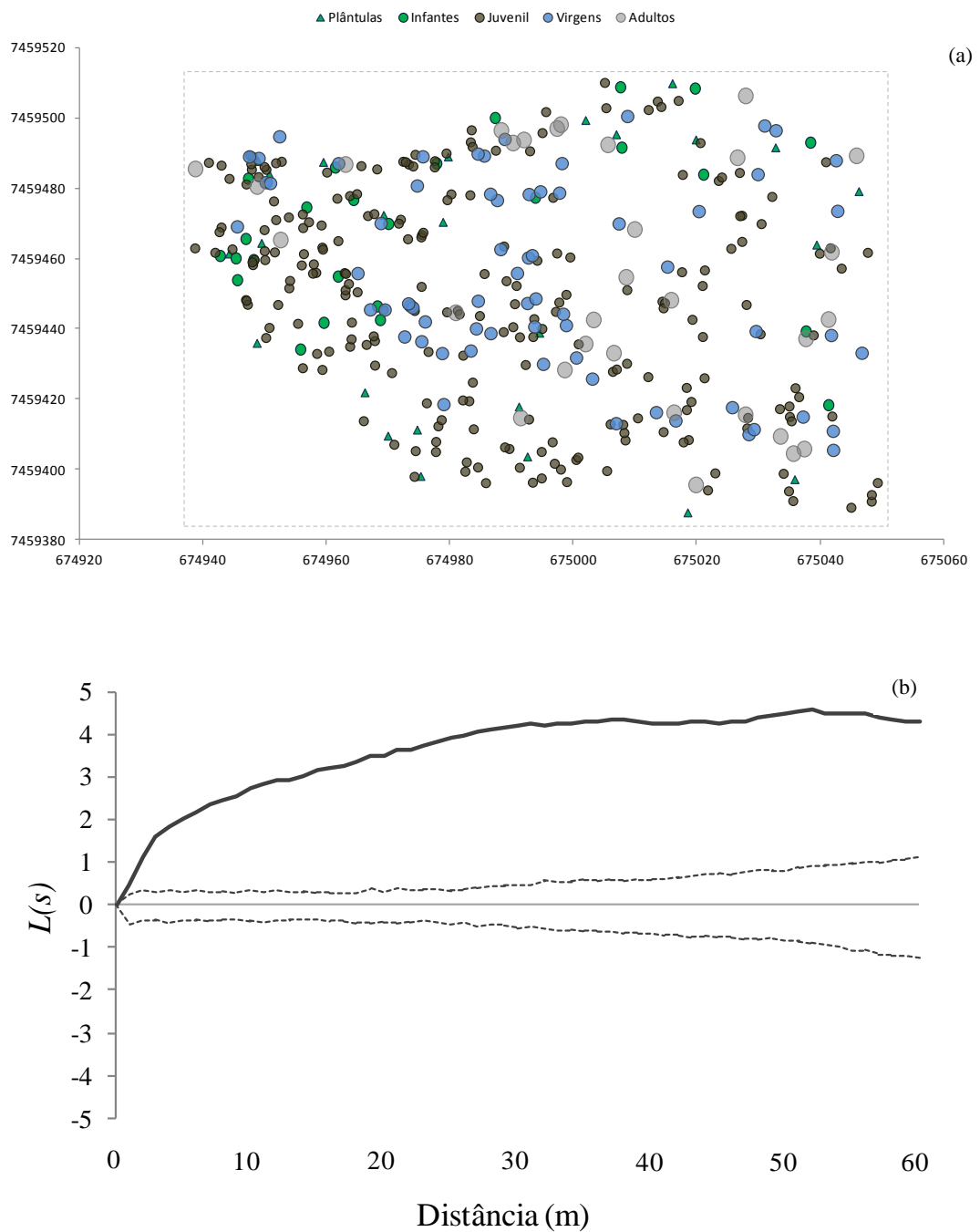


Figura 1.5. (a) Mapa de distribuição de *Astrocaryum aculeatissimum* no Parque Nacional da Tijuca, Rio de Janeiro. O mapa está em coordenadas UTM e o retângulo cinza representa a parcela amostrada. (b) Função K univariada, em sua forma transformada $L(s)$. As linhas tracejadas indicam os intervalos de confiança de 99% dentro dos quais se aceita a hipótese de completa aleatoriedade espacial.

Análise da relação espacial entre diferentes estádios ontogenéticos

A análise da relação espacial mostrou CIE entre plântulas e infantes com adultos. Nos dois casos a função teve uma pequena tendência à repulsão nas distâncias iniciais, até cerca de 4 m (Figura 1.6).

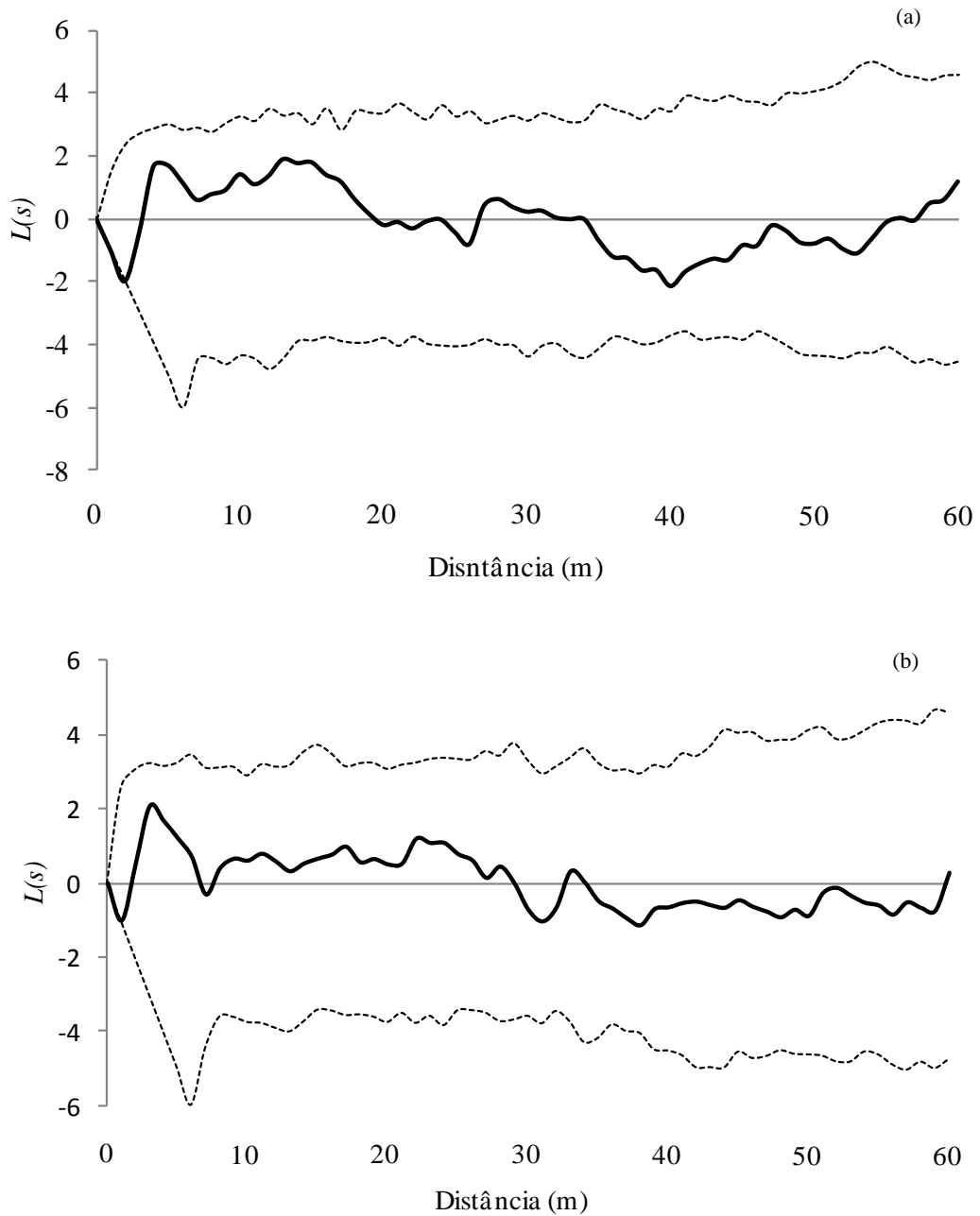


Figura 1.6. Função K bivariada calculada para plântula (a) e infante (b) com adultos. As linhas tracejadas indicam os envelopes de confiança de 99% dentro dos quais se aceita a hipótese de completa independência espacial.

DISCUSSÃO

A razão plântula/adulto encontrada neste estudo (0,8) foi inferior a encontrada em grandes remanescentes (>3000 ha) de Mata Atlântica no sudeste do Brasil (3,75 a 30 plântulas/adulto; GALETTI *et al.* 2006). Um maior número de indivíduos registrados na classe intermediária (juvenil) e poucos indivíduos nas classes iniciais (plântulas e infantes) caracteriza um desbalanceamento populacional (HALL & BAWA 1993), podendo levar a um declínio da população se o mesmo for mantido. Dentre as possíveis causas que explicam esse desequilíbrio, poderia se citar o baixo número de frutos produzidos, já que uma baixa produção resultaria em uma redução do recrutamento de plântulas. Contudo, a produtividade de frutos de *A. aculeatissimum* registrada nesse estudo está de acordo com o reportado por outros trabalhos, também realizados na Mata Atlântica e com a mesma espécie (PIRES 2006, DRACXLER *et al.* 2011). Sendo assim, a produtividade de frutos não parece ser responsável pela redução observada no recrutamento de plântulas.

Um fator que pode explicar o baixo número de plântulas é o aumento na predação de sementes por pequenos roedores. Vários estudos demonstram que na ausência de roedores de médio e grande porte, os pequenos roedores podem aumentar suas densidades populacionais (TERBORGH *et al.* 2001, WRIGHT 2003, KOPROWSKI 2005). Um aumento da densidade populacional de pequenos roedores pode gerar efeitos negativos no recrutamento de plântulas, pois leva a um aumento da predação de sementes (ASQUIT *et al.* 1997). Apesar de a densidade populacional de pequenos roedores não ter sido analisada nesse estudo, a presença de um grande número de esquilos se alimentando de frutos de *A. aculeatissimum* nos períodos de frutificação (observação pessoal) demonstra a existência de predação por esses animais. Além disso, a maioria dos endocarpos encontrados tinham marcas de predação por pequenos roedores, e, inclusive, alguns cachos (n = 2) tiveram seus frutos predados na própria planta (observação pessoal), reforçando a alta predação de sementes. Sendo assim, o baixo número de indivíduos encontrados nas classes de tamanhos iniciais, pode ser reflexo da alta predação de sementes por pequenos roedores.

A predação por besouros bruquíneos e escolitíneos é outro fator que poderia explicar o baixo número de indivíduos recrutando. Alguns estudos mostraram que as taxas de predação de sementes de *A. aculeatissimum* por besouros variaram de 60 a 90 % (PIRES 2006, DRACXLER *et al.* 2011). No entanto, não foi verificada a presença de bruquíneos predando sementes de *A. aculeatissimum* e poucos dos endocarpos observados (5 de 41) apresentaram marcas de predação por escolitíneos. Sendo assim, a predação por besouros não parece ser um fator importante para o recrutamento de plântulas nesse estudo. Cabe ressaltar, no entanto, que a não observação de bruquíneos e a baixa predação por escolitíneos podem estar relacionadas não com a ausência desses invertebrados, mas sim com as altas taxas de predação por roedores.

A perda dos dispersores de sementes mais efetivos pode levar à diminuição no recrutamento de plântulas. De fato, em estudos anteriores com *A. aculeatissimum*, locais onde as cutias estavam ausentes ou em baixas densidades populacionais mostraram redução no recrutamento de plântulas dessa espécie (GALETTI *et al.* 2006, DONATTI *et al.* 2009). Mesmo com a reintrodução de cutias no PNT (CID 2011), esse processo foi recente e muitas áreas do mesmo ainda não contam com a presença desses animais. O local onde foi realizado o levantamento da estrutura populacional de *A. aculeatissimum* é uma dessas áreas. Logo, o baixo número de plântulas nesse local pode ser reflexo da ausência das cutias.

Para espécies zoocóricas, o nível de agregação diminui com o aumento da distância (SEIDLER & PLOTKIN 2006). Contudo, isso não foi observado nesse estudo. A distribuição espacial de *A. aculeatissimum* foi agregada em todas as distâncias analisadas, sendo o nível de agregação positivamente relacionado com o aumento da distância. Limitações na capacidade de dispersão estão entre as causas que explicam agregação de indivíduos (BAROT *et al.* 1999, CONDIT *et al.* 2000). Palmeiras geralmente apresentam um padrão de distribuição agregado (SILVA & TABARELLI 2001, SILVIUS & FRAGOSO 2003, ALMEIDA & GALETTI 2007, MONTEIRO *et al.* 2012). Apesar de grandes distâncias de dispersão serem reportadas para algumas espécies de palmeiras (JANSEN *et al.* 2012) a maior parte das sementes é levada apenas a algumas dezenas de metros (SILVA & TABARELLI 2001, ALMEIDA & GALETTI 2007). Essas distâncias são ainda mais encurtadas em fragmentos onde os dispersores estão ausentes, gerando um padrão ainda mais agregado (ALMEIDA & GALETTI 2007). A alta remoção de sementes por pequenos roedores nas áreas mais próximas às plantas-mãe, associadas às curtas distâncias de dispersão realizadas por esses animais, poderia explicar os padrões de agregação encontrados.

Como o principal dispersor de sementes de *A. aculeatissimum* está ausente na área estudada, era esperada uma associação espacial forte entre plântulas e infantes com adultos nesse local. Porém, os resultados mostraram uma relação de independência em todas as escalas de distâncias. Tal relação pode ser resultado do baixo número de plântulas recrutando. Conforme mencionado anteriormente, o baixo recrutamento pode ser reflexo da alta predação de sementes por pequenos roedores, que estão presentes nessas áreas. Muitas das sementes removidas por esses animais, quando não são predadas, são levadas para copa de árvores, ou depositadas sobre ou sob o folhíço (DONATTI 2004). Em tais situações, essas sementes podem sofrer ataque de outros predadores ou inimigos naturais, impedindo as mesmas de recrutarem. Além disso, pequenos roedores não compensam a dispersão de sementes de *A. aculeatissimum* por cutias, quando as mesmas estão ausentes ou em baixas densidades populacionais (DONATTI *et al.* 2009). Sendo assim, a ausência do principal dispersor de sementes de *A. aculeatissimum* parece ser o principal fator que influencia na estrutura populacional e nos padrões espaciais dessa espécie.

REFERÊNCIAS

- ALMEIDA, L.B. & GALETTI, M. 2007.** Seed dispersal and spatial distribution of *Attalea geraensis* (Arecaceae) in two remnants of Cerrado in southeastern Brazil. *Acta Oecologica* 32: 180-187.
- ANDREAZZI, C.S., PIRES, A.S. & FERNANDEZ, F.A.S. 2009.** Mamíferos e palmeiras neotropicais: interações em paisagens fragmentadas. *Oecologia Brasiliensis* 13: 554-574.
- ASQUITH, NIGEL M., S. JOSEPH WRIGHT, AND MARIA J. CLAUSS. 1997.** Does mammal community composition control recruitment in neotropical forests? Evidence from panama. *Ecology* 78:941-946.
- ASQUIT, N.M., TERBORGH, J., ARNOLD, A.E. & RIVEROS, M. 1999.** The fruits the agouti ate: *Hymenaea courbaril* seed fate when disperser is absent. *Journal of Tropical Ecology* 15: 229-235.
- BAROT, S., GIGNOUX, J. & MENAUT, J. 1999.** Demograph of a savanna palm tree: predictions from comprehensive spatial pattern analyses. *Ecology* 80: 1987-2005.
- BATISTA, J.L.F. & MAGUIRE, D.A. 1998.** Modeling the spatial structure of tropical forests. *Forest Ecology and Management* 110: 293-314.
- BREWER, S.W. & REJMÁNEK, M. 1999.** Small rodents as significant disperses of tree seeds in a Neotropical forest. *Journal of Vegetation Science* 10: 165-174.
- BREWER, S.W. 2001.** Predation and dispersal of large and small seeds of a tropical palm. *Oikos* 92: 245-255.
- CAPRETZ, R.L., BATISTA, J.L.F., SOTOMAYOR, J.F.M., CUNHA, C.R., NICOLETTI, M.F. & RODRIGUES, R.R. 2012.** Padrão espacial de quatro formações florestais do estado de São Paulo, através da função K de Ripley. *Ciência Florestal* 22: 551-565.
- CARDOSO DA SILVA, J.M. & TABARELLI, M., 2000.** Tree species impoverishment and the future flora of the Atlantic forest of northeast Brazil. *Nature* 404: 72-74.
- CID, B. 2011.** Reintrodução da cutia-vermelha (*Dasyprocta leporina*) no Parque Nacional da Tijuca (Rio de Janeiro, RJ): avaliação dos procedimentos, determinação do sucesso em curto prazo e caracterização dos padrões espaciais. Dissertação de Mestrado. Universidade Federal do Rio de Janeiro, Rio de Janeiro. 133p.
- COIMBRA-FILHO, A.F. & ALDRIGHI, A.D. 1971.** A restauração da fauna do Parque Nacional da Tijuca. *Publicações Avulsas do Museu Nacional* 57: 1-30.
- COIMBRA-FILHO, A.F. & ALDRIGHI, A.D. 1972.** Restabelecimento da fauna no Parque Nacional da Tijuca (segunda contribuição). *Brasil Florestal III*: 19-33.
- COIMBRA-FILHO, A.D., ALDRIGHI, A.D. & MATINS, H.F., 1973.** Nova contribuição aorestabelecimento da fauna do Parque Nacional da Tijuca, GB, Brasil. *Brasil Florestal IV*: 7-25.

- CONDIT, R., ASHTON, P.S., BAKER, P., BUNYAVEJCHEWIN, S., GUNATILLEKE, S., GUNATILLEKE, N., HUBBELL, S.P., FOSTER, R.B., ITOH, A., LAFRANKIE, J.V., LEE, H.S., LOSOS, E., MANOKARAN, N., SUKUMAR, R. & YAMAKURA, T. 2000.** Spatial patterns in the distribution of tropical tree species. *Nature* 288: 1414-1418.
- COOMES, D.A., REES, M. & TURNBULL, L. 1999.** Identifying aggregation and association in fully mapped spatial data. *Ecology* 80: 554-565.
- CORDEIRO, N.J. & HOWE, H.F. 2003.** Forest fragmentation severs mutualism between seed dispersers and an endemic African tree. *Proceedings of the National Academy of Sciences* 100: 14052-14056.
- CRAMER, J.M., MESQUITA, R.C.G. & WILLIAMSON, G.B. 2007.** Forest fragmentation differentially affects seed dispersal of large and small-seeded tropical trees. *Biological Conservation* 137: 415-423.
- DIRZO, R. & MIRANDA, A. 1990.** Contemporary neotropical defaunation and forest structure, function and diversity. *Conservation Biology* 4: 444-447.
- DIXON, P. 2002.** Ripley's *K* function. Pp 1976-1803. In: El-Shaarawi, A.H. & Piergorsch, W.W. (eds), *Encyclopedia of environmetrics*, John Wiley & Sons, New York, NY, USA.
- DONATTI, C.I., GUIMARÃES JUNIOR, P.R. & GALETTI, M. 2009.** Seed dispersal and predation in the Atlantic rainforest palm *Astrocaryum aculeatissimum* across a gradient of seed disperser abundance. *Ecological Research* 24: 1187-1195.
- DRACXLER, C.M., PIRES, A.S. & FERNANDEZ, F.A.S. 2011.** Invertebrate seed predators are not all the same: seed predation by bruchine and scolytine beetles affect palm recruitment in different ways. *Biotropica* 43: 8-11.
- DRACXLER, C.M. 2012.** Recrutamento de palmeiras em fragmentos de Mata Atlântica: entendendo as consequências das florestas vazias. Dissertação de Mestrado. Universidade Federal do Rio de Janeiro, Rio de Janeiro. 92p.
- DRUMOND, J.A. 1988.** O jardim dentro da máquina: breve história ambiental da Floresta da Tijuca. *Arquivos Históricos do Rio de Janeiro* 1: 276-298;
- FADINI, R.F., FLEURY, M., DONATTI, C.I. & GALETTI, M. 2009.** Effects of frugivore impoverishment and seed predators on the recruitment of a keystone palm. *Acta Oecologica* 35: 188-196.
- FREITAS, S.R., NEVES, C.L. & CHERNICHARO, P. 2006.** Tijuca National Park: two pioneering restorationist initiative in Atlantic Forest in southeastern Brazil. *Brazilian Journal of biology* 66: 975-982.
- GALETTI, M., DONATTI, C.M., PIRES, A.S., GUIMARÃES JÚNIOR, P.R. & 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.
- HAASE, P. 1995.** Spatial pattern analysis in ecology based on Ripley's *K* function: introduction and methods of edge correction. *Journal of Vegetation Science* 6: 575-582.

- HENDERSON, A., GALEANO, G. & BERNAL, R. 1995.** Field Guide to the Palms of the Americas. Princeton University Press, Princeton, New Jersey.
- HIRSCH, B.T., KAYS, R., PEREIRA, V.E. & JANSEN, P.A. 2012.** Directed seed dispersal towards areas with low conspecific tree density by a scatter-hoarding rodent. *Ecology Letters* 15: 1423-1429.
- HOWE, H.F. & SMALLWOOD, J. 1982.** Ecology of seed dispersal. *Annual Review of Ecology and Systematics* 13: 201-228.
- HOWE, H.F., 1984.** Implications of seed dispersal by animals for tropical reserve management. *Biological Conservation* 30: 261-281.
- ICMBio. 2008.** Plano de Manejo: Parque Nacional da Tijuca. Instituto Chico Mendes para a Conservação da Biodiversidade, Brasília, Brasil.
- JANSEN, P.A, HIRSCH, B.T., EMSENS, W-J., ZAMORA-GUTIERREZ, V., WIKELSKI, M. & KAYS, R. 2012.** Thieving rodents as substitute dispersers of megafaunal seeds. *Proceedings of the National Academy of Sciences* 109: 12610-12615.
- JANZEN, D.H. 1970.** Herbivores and the number of tree species in tropical forests. *The American Naturalist* 104: 501-528.
- JANZEN, D.H. 1974.** The deflowering of Central America. *Natural History* 83: 49-53.
- JORDANO, P. 2000.** Fruits and frugivory. Pp 125-165. In: Fenner, M. (ed), Seeds: The ecology of regeneration in plant communities, second ed. CAB international, Wallingford, UK.
- JORDANO, P., GALETTI, M., PIZO, M.A. & SILVA, W.R. 2006.** Ligando frugivoria e dispersão de sementes à biologia da conservação. Pp 411-436. In Duarte, C.F, Bergallo, H.G, Alves, M.A.S & Van Sluys, M. (eds), Biologia da conservação: Essências. Editora Rima, São Paulo, Brasil.
- JORGE, M.L.S.P. & HOWE, H.F. 2009.** Can forest fragmentation disrupt a conditional mutualism? A case from central Amazon. *Oecologia* 161: 709-718.
- KAHN, F. 2008.** The Genus *Astroacryum* (Arecaceae). *Revista Peruana de Biología* 15: 31-48.
- KENKEL, N.C. 1988.** Pattern of self-thinning in jack pine: testing the random mortality hypothesis. *Ecology* 69: 1017-1024.
- KOPROWSKI, J.L. 2005.** The response of tree squirrels to fragmentation: a review and synthesis. *Animal Conservation* 8: 369-376.
- LORENZI, H., SOUSA, H.M., COSTA, J.T.M., CERQUEIRA, L.S.C & FERREIRA, E. 2004.** Palmeiras Brasileiras: Nativas e Exóticas Cultivadas. Instituto Plantarum, NovaOdessa, São Paulo – SP.
- LUO, Z.R., YU, M.J., CHEN, D.L., WU, Y.G. & DING, B.Y. 2011.** Spatial associations of tree species in a subtropical evergreen broad-leaved forest. *Journal of Plant Ecology* 5: 1-10.

- MACHADO, S.A., DOS SANTOS, A.A.P., ZAMIN, N.A. & NASCIMENTO, R.G.M. 2012.** Distribuição espacial de um fragmento de Floresta Ombrófila Mista Montana. *Ciência Rural* 42: 1013-1019.
- MELO, F.P.L., MARTÍNEZ-SALAS, E., BENÍTEZ-MALVIDO, J. & CEBALLOS, G. 2010.** Forest fragmentation reduces recruitment of large-seeded tree species in a semi-deciduous tropical forest of southern Mexico. *Journal of Tropical Ecology* 26: 35–43.
- MONTEZUMA, R.C.M., OLIVEIRA, C.M.R., BARROS, F.A., RIBAS, L.A., GALVÃO NETO, M., SCHNEIDER, S. & IMBROISI, E. 2005.** Urban Atlantic Forest remnants diagnosis for implantation of the Frei Vellozo ecological corridor FEEMA/PDBG. In: Proceedings of the Annual Meeting of the Association for Tropical Biology and Conservation, Uberlândia.
- MURCIA, C. 1996.** Forest fragmentation and the pollination of neotropical plants. Pp 19-36. In: Schelhas, J.& Greenberg, R. (eds), Forest patches in tropical landscapes. Washington,DC.
- NISHIMURA, S., YONEDA T., FUJII, S., MUKHTAR, E.& KANZAKI, M. 2008.** Spatial patterns and habitat associations of Fagaceae in a hill dipterocarp forest in Ulu Gadut, West Sumatra. *Journal of Tropical Ecology* 24: 535-550.
- PERES, C.A. 1994.** Primate responses to phenological changes in an Amazonian TerraFirme forest. *Biotropica* 26: 98-112.
- PERES, C.A. 2001.** Synergistic effects of subsistence hunting and habitat fragmentation on Amazonian forest vertebrates. *Conservation Biology* 15: 1490-1505.
- PIRES, A.S. 2006.** Perda de diversidade de palmeiras em fragmentos de Mata Atlântica: padrões e processos. Tese de Doutorado. Universidade Estadual Paulista, Rio Claro. 108p.
- PIRES, A.S. & GALETTI, M. 2012.** The agouti *Dasyprocta leporina* (Rodentia: Dasyproctidae) as seed disperser of the palm *Astrocaryum aculeatissimum*. *Mastozoologia Neotropical* 19: 147-153.
- PORTELA, R.C.Q. & SANTOS, F.A.M. 2011.** Caracterização dos estádios ontogenéticos de três espécies de palmeiras: uma proposta de padronização para estudos de dinâmica populacional. *Revista Brasileira de Botânica* 34: 523-535.
- REDFORD, K.H. 1992.** The empty forest. *Bioscience* 42: 412-422.
- RIPLEY, B.D. 1977.** Modelling spatial patterns. *Journal of the Royal Statistic Society* 39:172-212.
- RODRÍGUEZ-PÉREZ, J., WIEGAND, T. & TRAVESET, A. 2012.** Adult proximity and frugivore's activity structure the spatial pattern in an endangered plant. *Functional Ecology* 26: 1221-1229.
- SEIDLER, T.G. & PLOTKIN, J.B. 2006.** Seed dispersal and spatial pattern in tropical trees. *Plos Biology* 11: 2132-2137.

- SILVA, M.G. & TABARELLI, M. 2001.** Seed dispersal, plant recruitment and spatial distribution of *Bactris acanthocarpa* Martius (Arecaceae) in a remnant of Atlantic forest in northeast Brazil. *Acta Oecologica* 22: 259-268.
- SILVIUS, K. & J.V. FRAGOSO. 2003.** Red-rumped agouti (*Dasyprocta leporina*) home range use in an Amazonian Forest: implications for the aggregated distribution of forest trees. *Biotropica* 35: 74-83.
- SMYTHE N. 1978.** The natural history of the Central American agouti (*Dasyprocta punctata*). *Smithsonian Contributions to Zoology* 257:1-52.
- SMYTHE, N. 1989.** Seed survival in the palm *Astrocaryum standleyanum*: evidence for dependence upon its seed dispersers. *Biotropica* 21: 50-56.
- SPIRONELLO, W.R. 1991.** Importância dos frutos de palmeiras (Palmae) na dieta de um grupode *Cebus apella* (Cebidae, Primates) na Amazônia Central. Pp 285-296. In: Rylands, A.B.&Bernardes, A.T.(eds). A primatologia no Brasil. João Pessoa, Fundação Biodiversitas.
- STERNER, R.W., RIBIC, C.A. & SCHATZ, G.E. 1986.** Testing for life historical changes in spatial pattenrs of four tropical tree species. *Journal of Ecology* 74: 621-633.
- TERBORGH, J. 1986.** Keystone plant resources in the tropical forest. Pp 330-340. In Soulé, M.E. (ed). Conservation Biology. Sinauer, Sunderland, Massachusetts.
- TERBORGH, J, LOPEZ, L., NUNEZ, P.V., RAO, M., SHAHABUDDIN, G., ORIHUELA, G., RIVEROS, M., ASCANIO, R., ADLER, G.H., LAMBERT, T.D. & BALBAS, L. 2001.** Ecological meltdown in predator-free forest fragments. *Science* 294: 1923-1925.
- TERBORGH, J., NUÑES-ITURRI, G., PITMAN, N.C.A., VALVERDE, F.H.C., ALVAREZ, P., SWAMY, V., PRINGLE, E.G. & PAINE, C.E.T. 2008.** Tree recruitment in an empty forest. *Ecology*, 89: 1757-1768.
- ZHANG, Z., HU, G., ZHU, J. & NI, J. 2012.** Aggregated spatial distributions of species in a subtropical karts forest, southwestern China. *Journal of Plant Ecology* doi: 10.1093/jpe/rts027.
- ZONA, S. & HENDERSON, A. 1989.** A review of animal-mediated seed dispersal of palms. *Selbyana* 11: 6-21.
- ZONA, S. 2006.** Additions to a review of animal-mediated seed dispersal of palms.<http://www.virtualherbarium.org/palms/psdispersal.html>. (Acessado em 10/12/2012).

CAPÍTULO II

**DISPERSÃO DE SEMENTES DA PALMEIRA *Astrocaryum*
aculeatissimum: INFLUÊNCIA DA REINTRODUÇÃO DA CUTIA
*Dasyprocta leporina***

RESUMO

(Dispersão de sementes da palmeira *Astrocaryum aculeatissimum*: influência da reintrodução da cutia *Dasyprocta leporina*). A reintrodução de espécies animais pode ser usada como uma ferramenta para restabelecer processos ecológicos. Dentre esses, a dispersão de sementes é fundamental para a manutenção da diversidade de espécies vegetais. Roedores estocadores, como as cutias, são importantes dispersores de sementes para algumas espécies de plantas em florestas tropicais. Em locais onde esses animais estão ausentes ou em baixas densidades populacionais, muitas dessas plantas podem ter seu recrutamento diminuído. Neste estudo, avaliamos o papel de cutias *Dasyprocta leporina* reintroduzidas na dispersão de sementes da palmeira *Astrocaryum aculeatissimum*, uma espécie dependente desses animais para o seu recrutamento. Desenvolvemos esse estudo no Parque Nacional da Tijuca (PNT, 3958 ha, 22°55' - 23°00'S e 43°11' - 43°19' W), onde a reintrodução desses animais foi iniciada em 2009. Realizamos experimentos de remoção para verificar as distâncias de dispersão e o destino final das sementes. Selecionamos 10 palmeiras, sendo cinco em uma área onde foi feita a liberação dos animais e cinco em uma área ainda sem cutias. Em cada palmeira disponibilizamos 15 sementes, monitoradas semanalmente no primeiro mês de experimento e mensalmente após esse período, até completar 12 meses. As análises foram realizadas considerando separadamente o primeiro mês e os resultados cumulativos de todo o período. A maioria das sementes foi removida nas duas primeiras semanas de experimento. As distâncias finais de dispersão variaram de 1,5 a 21 m (média \pm dp = 9,39 \pm 5,89) não diferindo entre as áreas ($t = 0,78$; $p = 0,45$). Diferenças significativas entre a massa das sementes e o destino das mesmas foram observadas somente no primeiro mês e apenas nas áreas com cutias ($F = 3,38$; $p = 0,03$). A proporção de sementes em cada destino diferiu somente em áreas com cutias e apenas quando todo o período foi analisado ($H = 9,80$; $p = 0,02$). Considerando cada categoria de destino separadamente, sementes enterradas foram encontradas apenas nas áreas com cutias. Para os demais destinos (removidas e deixadas sobre o solo, deixadas sob o folhicho e predadas) não foram encontradas diferenças entre as áreas, nem no primeiro mês, nem considerando todo o período. Os resultados indicam que algumas interações ecológicas entre as cutias reintroduzidas e a palmeira *A. aculeatissimum* já foram restabelecidas no Parque. Contudo, um acompanhamento em longo prazo das sementes enterradas é necessário para verificar o restabelecimento de novos processos ecológicos, como o recrutamento de plântulas.

Palavras-chave: reintrodução, *Dasyprocta*, scatterhoarding, interações animal-planta.

ABSTRACT

(Seed dispersal of the palm *Astrocaryum aculeatissimum*: influence of the reintroduction of the agouti *Dasyprocta leporina*). The reintroduction of animal species can be used as a tool to restore ecological processes. Among these processes, seed dispersal is critical to maintaining the diversity of plant species. Scatter hoarder rodents such as agoutis, are considered important seed dispersers for some plant species in tropical forests. At sites where these animals are absent or at low densities, many of these plants may have their recruitment decreased. In this study, we evaluated the role of reintroduced *Dasyprocta leporina* agoutis in the seed dispersal of the palm *Astrocaryum aculeatissimum*, a species dependent on these animals for their recruitment. The study was carried out in Tijuca National Park (PNT, 3958 ha, 22°55' - 23°00'S and 43°11' - 43°19' W), where the reintroduction of these animals was started in 2009. We performed removal experiments to check seed dispersal distances and seed fate. We selected 10 palm trees, five in an area where it has been the release of the animals and five in an area still without agouti. In each palm we dispose 15 seeds, which were monitored weekly during the first month of experiment and monthly thereafter, up to 12 months. Analyses were performed separately considering the first month and the cumulative results for the entire period. Most seeds were removed in the first two weeks. Final seed dispersal distances varied from 1.5 to 21 m (mean \pm SD = 9.39 \pm 5.89) and did not differ between areas ($t = 0.78$, $p = 0.45$). Significant differences between seed mass and seed fate were observed only in the first month and only in areas with agoutis ($F = 3.38$, $p = 0.03$). The proportion of seeds at each seed fate category differed only in areas with agoutis and only when the whole period was analyzed ($H = 9.80$, $p = 0.02$). Considering each fate separately, buried seeds were found only in areas with agoutis. For all other fates (removed and left on the ground, left under the leaf litter and preyed) no differences were found between areas, neither in the first month nor in the entire period. The results indicate that some ecological interactions between the reintroduced agouti and the palm *A. aculeatissimum* already been restored in the Park. However, long-term monitoring of buried seeds is necessary to check the reestablishment of new ecological processes, such as seedling recruitment.

Key-words: reintroduction, *Dasyprocta*, scatterhoarding, animal plant interactions.

INTRODUÇÃO

A rápida destruição das florestas tropicais põe em risco toda a biodiversidade presente nesses ambientes, que são considerados os locais com maior riqueza biológica no planeta (PIMM & RAVEN 2000, MITTERMEIER *et al.* 2004, GIBSON *et al.* 2011). Com o desmatamento avançando aceleradamente, as áreas protegidas dessas florestas estão se tornando importantes refúgios para as espécies ameaçadas e os processos naturais desses ecossistemas (BRUNER *et al.* 2001, LAURANCE *et al.* 2012). No entanto, muitas dessas áreas protegidas são vulneráveis a ações antrópicas ou outros estresses ambientais, como destruição de habitat e caça (LAURANCE *et al.* 2012). Tais ações, por sua vez, estão entre as responsáveis pelo desaparecimento de grandes mamíferos e aves frugívoras que desempenham funções ecológicas essenciais para manutenção da diversidade nessas áreas, como a dispersão de sementes (REDFORD 1992, CHIARELLO 1999, PERES & PALACIOS 2007, HOLBROOK & LOISELLE 2009).

Animais dispersores de sementes são importantes porque movem as sementes para diferentes locais dentro de seu habitat natural. Isso representa inúmeras possibilidades para o estabelecimento de novos indivíduos (HOWE 1984). Terborgh e colaboradores (2008) observaram que a defaunação de grandes vertebrados altera os processos de recrutamento nos trópicos, gerando perturbações que se refletem em toda a comunidade vegetal. Quando os animais dispersores de sementes estão ausentes ou em densidades muito baixas, o que se observa muitas vezes é uma pilha de frutos caídos nas proximidades da árvore mãe (DIRZO & MIRANDA 1990, DRACXLER 2012). Esses frutos sofrem intensa predação dependente da densidade, principalmente por invertebrados ou pequenos vertebrados. Isso, por sua vez, reduz o recrutamento de novos indivíduos para as espécies de plantas (JANZEN 1970, CONNELL 1971).

Dentre os dispersores de sementes na região neotropical, roedores estocadores como as cutias *Dasyprocta* spp. são considerados um dos mais efetivos. Esses animais têm o comportamento de armazenar sementes, enterrando as mesmas, para consumo posterior (SMYTHE 1978, DUBOST 1988, JANSEN & FORGET 2001). A maioria dessas sementes é enterrada em micro-habitats favoráveis à germinação e ao recrutamento. Além disso, sementes enterradas são mais protegidas contra o ataque de outros inimigos naturais (JANSEN & FORGET 2001). Diversas espécies vegetais nos neotrópicos dependem quase que exclusivamente desses animais para a dispersão de suas sementes e o recrutamento de plântulas (*e.g.* FORGET 1990, PERES & BAIDER 1997, ASQUIT *et al.* 1999, SILVA & TABARELLI 2001, HAUGAASEN *et al.* 2012, JANSEN *et al.* 2012, PIRES & GALETTI 2012). Essa dependência é ainda mais evidenciada em plantas com frutos grandes, como algumas palmeiras.

Para muitas espécies de palmeiras, os roedores estocadores são os principais dispersores de suas sementes (ver revisões em ZONA & HENDERSON 1986, ZONA 2006, ANDREAZZI *et al.* 2009). Um exemplo conhecido na Mata Atlântica é o da espécie *Astrocaryum aculeatissimum*. Dos poucos animais que consomem os frutos dessa palmeira, a cutia *D. leporina* é considerada o dispersor mais importante (GALETTI *et al.* 2006, DONATTI *et al.* 2009, PIRES & GALETTI 2012). Mesmo que outros animais como o esquilo e o rato-de-espinho possam atuar como dispersores, a cutia é o único animal que enterra suas sementes (DONATTI *et al.* 2009). Além disso, para evitar o roubo das sementes por outros indivíduos, as cutias as enterram repetidas vezes. Isso pode levar as mesmas para locais com baixas densidades de plantas adultas, onde são menos suscetíveis aos inimigos naturais, aumentando ainda mais as chances de recrutamento (HIRSCH *et al.* 2012).

Em locais onde as cutias estão ausentes, decorrente principalmente da caça e fragmentação, essa palmeira tem o recrutamento reduzido (GALETTI *et al.* 2006, DONATTI *et al.* 2009, DRACXLER 2012). Devido à perturbações ocorridas no Parque Nacional da Tijuca, muitas espécies da flora e da fauna foram extintas localmente ou tiveram suas densidades populacionais diminuídas, como a cutia *D. leporina*. Em uma tentativa de restabelecer uma população viável desses animais na área e restaurar processos ecológicos que foram perdidos, um programa de reintrodução da espécie foi iniciado (CID 2011). Sendo assim, esse estudo objetivou avaliar a influência da reintrodução da cutia *D. leporina* na dispersão de sementes e no recrutamento de plântulas da palmeira *A. aculeatissimum*. Para isso foram (1) estimadas as taxas de remoção de sementes em locais onde as cutias foram reintroduzidas e áreas ainda sem a presença desses animais, (2) avaliadas as distâncias de dispersão em cada uma dessas áreas e (3) observados os destinos das sementes em áreas com e sem cutias. A hipótese analisada foi que a reintrodução desses animais favorece o restabelecimento da dispersão de sementes e o recrutamento de plântulas de *A. aculeatissimum*.

MATERIAL E MÉTODOS

Área de estudo

O estudo foi realizado de novembro de 2011 a novembro de 2012, no Parque Nacional da Tijuca (PNT), Rio de Janeiro, Brasil (uma descrição mais detalhada sobre a área de estudo encontra-se no Capítulo I). Para realização dos experimentos, foram selecionadas áreas do Parque com cutias e sem cutias. As áreas com cutias foram selecionadas nos locais onde as cutias reintroduzidas estabeleceram suas áreas de vida após a soltura (CID 2011). As áreas sem cutias foram selecionadas próximas às áreas com cutias, mas sem registro da presença desses animais. Armadilhas fotográficas (Bushnell[®]) equipadas com sensores de calor e movimento foram utilizadas para confirmar a presença ou ausência dos animais reintroduzidos nos locais definidos. O uso das armadilhas também permitiu identificar se novos indivíduos da espécie nascidos no Parque estavam presentes ou não nessas áreas. As armadilhas foram dispostas em 10 pontos, sendo cinco nas áreas com cutias e cinco nas áreas sem, permanecendo por cerca de 15 dias em cada ponto. Nos locais onde foram instaladas as armadilhas foi preparada uma ceva feita com batata doce, cenoura, maçã e frutos que estavam disponíveis na floresta durante esse período. A escolha desses frutos foi baseada nos itens alimentares utilizados na suplementação oferecida às cutias pós-soltura (CID 2011).

Em 1673,20 horas de armadilhagem nas áreas com a cutia *D. leporina*, que foi a espécie com maior número de registros, foram observadas oito espécies de mamíferos terrestres, sendo duas de animais domésticos. Já nas áreas sem a presença de cutias, em 1719,02 horas, foram registradas sete espécies. A espécie com maior número de registros nessa área foi um pequeno roedor não identificado. Não houve registro de cutias nas áreas que foram consideradas sem a presença desses animais (Tabela 2.1).

Tabela 2.1. Registro das armadilhas fotográficas em pontos localizados nas áreas com a presença da cutia *Dasyprocta leporina* e em pontos localizados em áreas onde esses animais estão ausentes, no Parque Nacional da Tijuca, Rio de Janeiro, Brasil.

Espécie	Nome vulgar	Com cutias	Sem cutias
Canidae			
<i>Canis lupus familiaris</i>	cão doméstico	1	0
Cuniculidae			
<i>Cuniculus paca</i>	paca	10	2
Dasypodidae			
<i>Dasypus sp.</i>	tatu	2	2
Dasyproctidae			
<i>Dasyprocta leporina</i>	cutia	41	0
Didelphidae			
<i>Didelphis aurita</i>	gambá	16	11
Felidae			
<i>Felis catus</i>	gato doméstico	1	0
Leporidae			
<i>Silvilagus brasiliensis</i>	coelho, tapiti	0	1
Procyonidae			
<i>Nasua nasua</i>	coati	3	1
Sciuridae			
<i>Guerlinguetus aestuans</i>	esquilo	1	2
Outros registros			
Marsupiais não identificados	-	0	7
Mamíferos não identificados	-	6	12
Roedores não identificados	-	0	97

A cutia Dasyprocta leporina

O gênero *Dasyprocta* é composto por 11 espécies, sendo nove delas encontradas no Brasil (NOWAK 1991, REIS *et al.* 2006). As espécies desse gênero apresentam patas longas e finas, dorso longo e fortemente curvado, além de cauda vestigial nua. As patas anteriores têm quatro dígitos e as posteriores três, sendo estas últimas munidas de garras parecidas com cascos (BONVINCINO *et al.* 2008). A pelagem do dorso é formada por pêlos hipertrofiados que se eriçam em situações de alarme ou stress e sua coloração varia nas diferentes espécies (EMMONS & FEER 1997, REIS *et al.* 2006).

A espécie *Dasyprocta leporina* apresenta coloração amarelo-alaranjada dos pêlos do dorso, razão pela qual é conhecida vulgarmente por cutia-vermelha (Figura 2.1). Sua distribuição ocorre na bacia Amazônica ao sul do rio Amazonas, no leste do Brasil (estados da Paraíba, Pernambuco, Bahia e Espírito Santo) e também nos estados do Rio de Janeiro e São Paulo (REIS *et al.* 2006). É a única espécie do gênero com ocorrência no estado do Rio de Janeiro. São animais solitários, mas podem formar pares monogâmicos, com os pais vivendo junto com seus filhotes. As fêmeas são geralmente maiores do que os machos e apresentam dimorfismo sexual em relação a estes. O peso dos animais varia de 3 a 6 kg e o comprimento do corpo de 49 a 64 cm (NOWAK 1991; EMMONS & FEER 1997).

As cutias podem ocupar uma variedade de habitats incluindo florestas pluviais, decíduas, semidecíduas, florestas secundárias e até mesmo plantações. Seu período de atividade se estende ao longo de todo dia, sendo mais ativas no início da manhã e ao entardecer (EMMONS & FEER 1997). As áreas de vidas desses animais variam de 2,9 a 16,4 ha (SILVIUS & FRAGOSO 2003, CID 2011). Nessas áreas de vida, as cutias definem territórios com locais para abrigo e alimentação, sendo os mesmos geralmente centralizados pela presença de árvores frutíferas (SMYTHE 1978, SILVIUS & FRAGOSO 2003). Sua alimentação é baseada principalmente em frutos e sementes, mas outros itens alimentares como folhas, raízes, fungos e até mesmo invertebrados podem ser incluídos na sua dieta (*e.g.* SMYTHE 1978, HENRY 1999, DUBOST & HENRY 2006).



Figura 2.1. Indivíduo de *Dasyprocta leporina* reintroduzido no Parque Nacional da Tijuca, RJ, Brasil. Foto: Luiza Figueira.

Experimentos de remoção de sementes

Experimentos de remoção de sementes foram iniciados em novembro de 2011 a fim de verificar diferenças nas distâncias de dispersão e no destino final das sementes dispersadas. Para montagem do experimento, foram selecionadas dez palmeiras, distantes pelo menos 500 m entre si. Cinco dessas palmeiras foram escolhidas em áreas com cutias e cinco em locais

ainda sem a presença desses animais. As palmeiras selecionadas encontravam-se próximas aos locais onde foram colocadas as armadilhas fotográficas utilizadas para confirmar a presença ou ausência das cutias. Em cada palmeira foram disponibilizados 15 frutos maduros e intactos. Para acompanhar o destino das sementes, cada fruto foi perfurado com uma furadeira elétrica portátil e amarrado a um carretel de linha. O furo foi feito na extremidade mais fina do exocarpo de forma que o endosperma não fosse atingido. Através desse furo foi passado um anel de cabo de aço flexível (0,5 mm) no qual foi amarrado o carretel. A finalidade do anel foi evitar que a linha fosse removida pelo fugívoro enquanto o mesmo manipulasse o fruto. Para esse experimento foram utilizados carretéis com 30 metros de linha. O carretel era então colocado em tubos plásticos com um furo na parte superior, para facilitar o desenrolar da linha quando a semente fosse removida (PIRES 2006, DONATTI *et al.* 2009). Cada carretel foi preso por um elástico na base do estipe das palmeiras, a cerca de 20 cm do solo. Todas as sementes receberam uma fita com um número de identificação, preso ao anel. Esse mesmo número era registrado no tubo plástico onde os carretéis eram colocados. Com isso, era possível identificar a origem das sementes encontradas mesmo que a linha arrebentasse.

A verificação do experimento foi realizada semanalmente durante o primeiro mês e mensalmente após esse período, até o máximo de 12 meses. As sementes foram classificadas como intactas (não manipuladas pelos animais), predadas por vertebrados ou dispersas. Sementes predadas foram aquelas em que os sinais de predação eram evidentes e as mesmas se mantinham presas ao carretel. A semente também foi considerada como predada quando apenas o anel de arame foi localizado. Sementes dispersas foram aquelas movidas de suas posições iniciais e que não apresentaram sinais de predação. Essa categoria foi dividida em três: (1) endocarpos deixados sobre o solo, (2) colocados sob o folhicho e (3) enterrados. Em todos os casos, as distâncias de dispersão foram medidas em linha reta, com o auxílio de uma trena, do local de instalação do experimento até onde a semente foi encontrada. As medidas foram realizadas tanto no primeiro quanto no 12^o mês de experimento, para verificar qual a distância final associada a cada um dos destinos. As sementes que tiveram a linha arrebentada e não foram localizadas, foram classificadas como perdidas e não fizeram parte das análises. Além disso, uma das palmeiras selecionadas nas áreas sem cutias teve o experimento de remoção retirado por terceiros e não foi incluída nas análises. Antes da montagem do experimento, todos os frutos foram pesados em balança de precisão, não havendo diferença entre a massa das sementes colocadas em áreas com e sem cutias (com cutias: média \pm desvio padrão = 41,7 \pm 9,6; sem cutias: 41,1 \pm 8,0; $t = 0,42$, $p = 0,68$). Essas medidas foram utilizadas para verificar se havia alguma relação entre a massa das sementes e o destino das mesmas.

Diferenças na proporção de sementes em cada uma das categorias (movidas e deixadas sobre o solo, sob o folhicho, enterradas e predadas), entre áreas com e sem cutias, foram analisadas através de testes de Mann-Whitney, já que os dados para algumas dessas categorias não apresentaram distribuição normal nem homogeneidade das variâncias. A relação entre a massa das sementes e o seu respectivo destino, nas áreas com e sem cutias, foi comparada através de uma Análise de Variância (ANOVA). Para analisar as diferenças nas distâncias de dispersão entre áreas com e sem cutias, foi utilizado teste t . Todas as análises foram realizadas considerando separadamente apenas o primeiro mês de estudo e também os resultados cumulativos de todo o período. Esse procedimento foi adotado para fins comparativos, já que os estudos realizados anteriormente com a espécie haviam considerado apenas períodos de 30 dias.

RESULTADOS

Dos 135 frutos colocados nas estações experimentais, a maioria (> 80%) foi removida nas duas primeiras semanas de experimento (Figura 2.2).

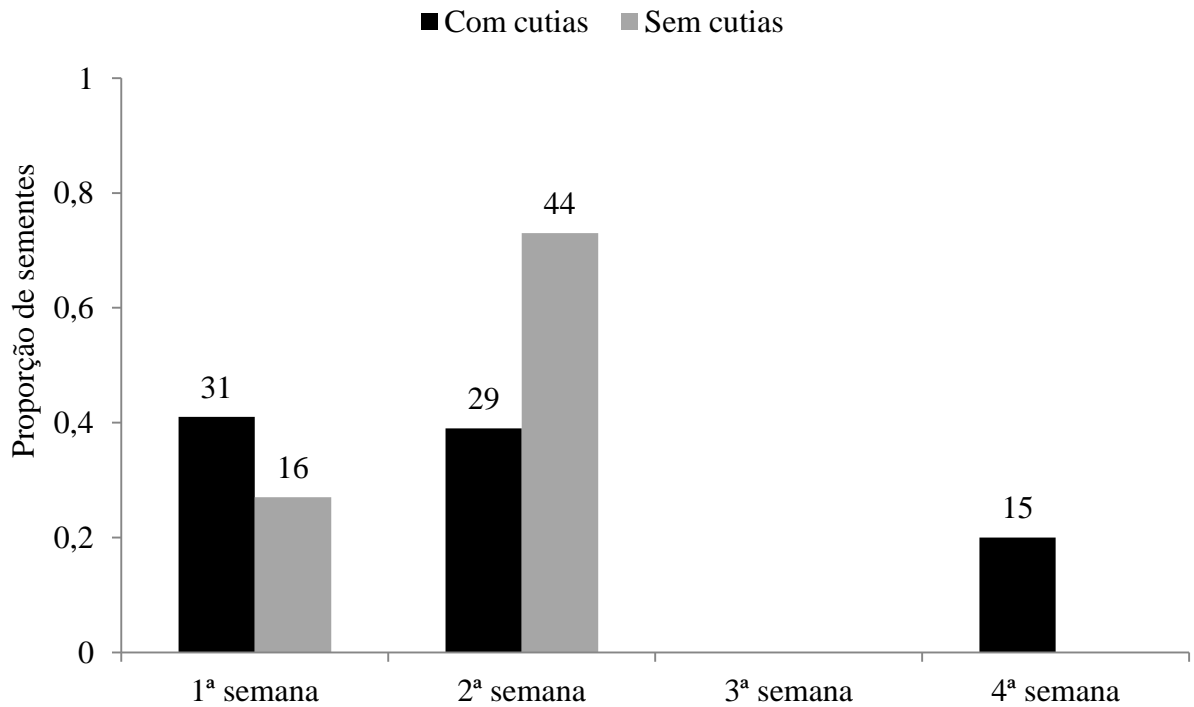


Figura 2.2. Tempo de remoção e proporção de sementes de *Astrocaryum aculeatissimum* removidas em áreas onde a cutia *Dasyprocta leporina* foi reintroduzida e em áreas ainda sem a presença desses animais no Parque Nacional da Tijuca, Rio de Janeiro, Brasil. Números acima das barras indicam o total de sementes removidas em cada semana.

No primeiro mês, as distâncias de dispersão variaram de 0,8 a 50 m e não diferiram entre áreas com e sem cutias (com cutias: média \pm desvio padrão = $11,6 \pm 10,6$ m; sem cutias: $12,8 \pm 8,1$; $t = 0,42$; $p = 0,68$; Figura 2.3a). Um ano após o início do experimento, essas distâncias variaram de 1,5 a 21 m e também não diferiram entre as áreas (com cutias: $8,1 \pm 5,4$; sem cutias: $10,6 \pm 5,7$; $t = 0,78$; $p = 0,45$; Figura 2.3b).

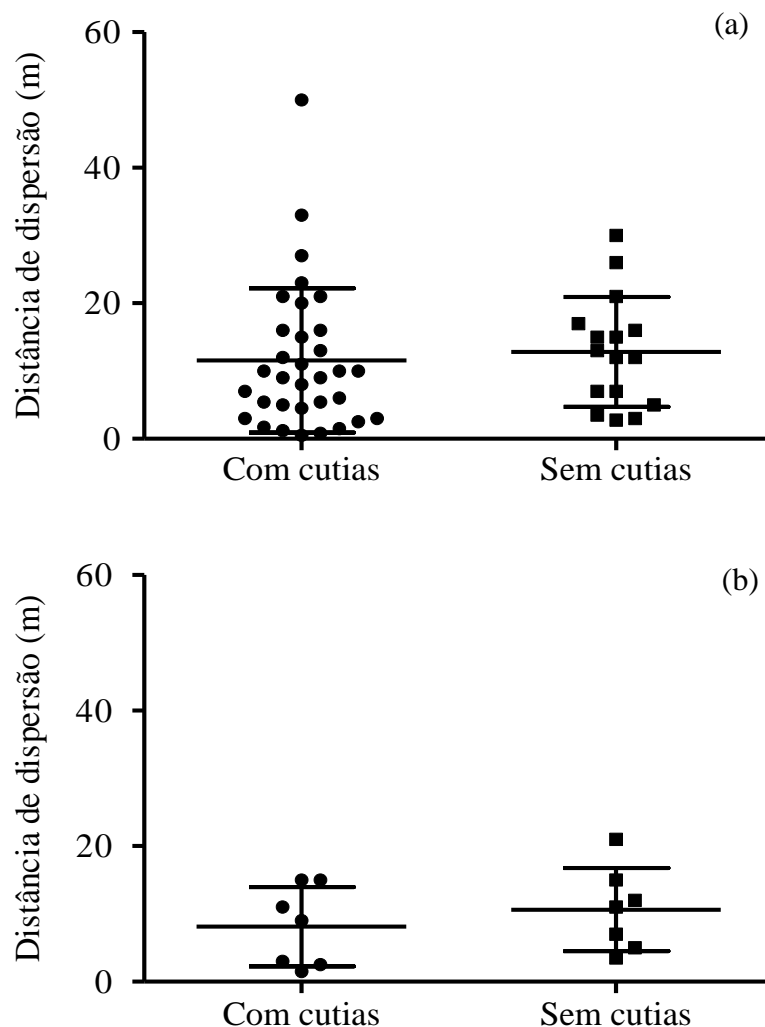


Figura 2.3. Distâncias de dispersão de sementes de *Astrocarium aculeatissimum* no primeiro mês de experimento (a) e um ano após o início do estudo (b), em áreas onde a cutia *Dasyprocta leporina* foi reintroduzida e em áreas ainda sem a presença desses animais, no Parque Nacional da Tijuca, Rio de Janeiro, Brasil. Os círculos e os quadrados representam as sementes, as barras horizontais indicam as médias e os desvios padrões.

Considerando apenas o primeiro mês de experimento, houve diferença significativa entre a massa das sementes e o destino das mesmas nas áreas com cutias ($F = 3,58$; $p = 0,02$; Figura 2.4a). Contudo, essa diferença foi somente entre as sementes deixadas sobre o solo e as sementes colocadas sob o folhicho, sendo estas últimas mais pesadas. Para as áreas sem cutias essa diferença não foi significativa ($F = 1,92$; $p = 0,18$; Figura 2.4a). No último mês o baixo número de sementes restantes permitiu comparações apenas entre as categorias movidas e deixadas sobre o solo, enterradas e predadas para áreas com cutias. Já para áreas sem cutias as comparações foram feitas entre as categorias movidas e deixadas sobre o solo, sob o folhicho e predadas. Não houve diferenças significativas entre as categorias para áreas com cutias ($F = 0,70$; $p = 0,51$) e nem para áreas sem cutias ($F = 1,56$; $p = 0,27$; Figura 2.4b).

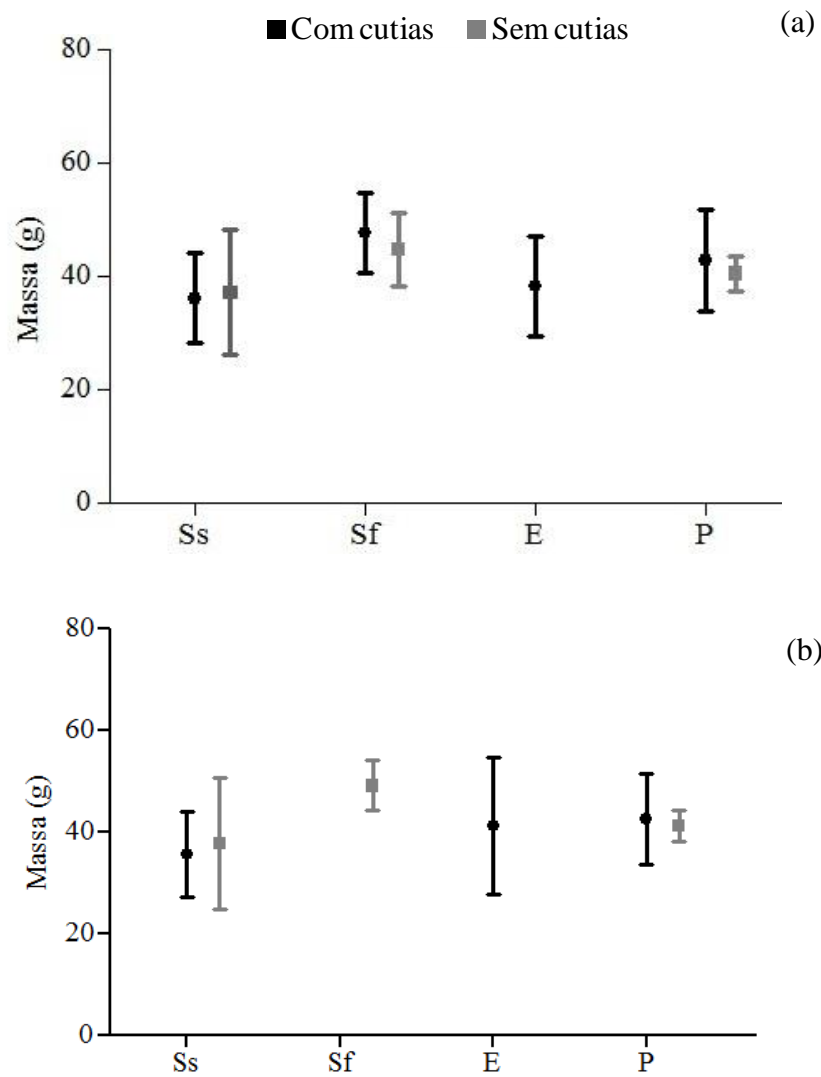


Figura 2.4. Massa das sementes de *Astrocaryum aculeatissimum* em cada um dos destinos analisados (**Ss**: sobre o solo; **Sf**: sob o folhço; **E**: enterradas; **P**: predadas) no primeiro mês de experimento (a) e um ano após o início do estudo (b), em áreas onde a cutia *Dasyprocta leporina* foi reintroduzida e em áreas ainda sem a presença desses animais no Parque Nacional da Tijuca, Rio de Janeiro, Brasil. Os círculos e os quadrados indicam as médias e as linhas o desvio padrão.

Nas áreas com cutias a proporção de sementes não variou entre os destinos no primeiro mês ($H = 1,27$; $p = 0,74$; Figura 2.5a). No entanto, quando todo o período foi analisado, houve diferença significativa entre a proporção de sementes enterradas e predadas ($H = 9,80$; $p = 0,02$; Figura 2.5b).

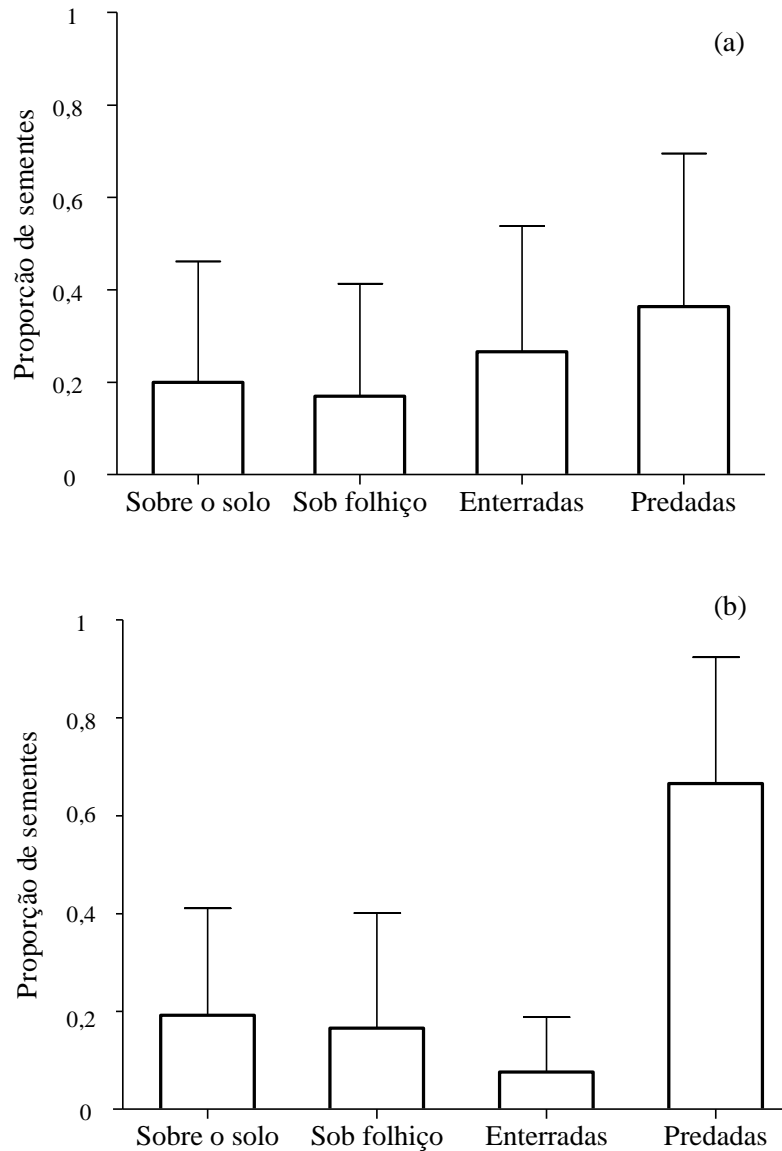


Figura 2.5. Proporção de sementes de *Astrocarium aculeatissimum* nos diferentes destinos no primeiro mês de experimento (a) e um ano após o início do estudo (b), em áreas onde a cutia *Dasyprocta leporina* foi reintroduzida no Parque Nacional da Tijuca, Rio de Janeiro, Brasil. As barras indicam as médias e as linhas o desvio padrão.

Para as áreas sem cutias a proporção de sementes não variou entre os destinos, nem no primeiro mês ($H = 1,77$; $p = 0,41$; Figura 2.6a) nem quando todo o período foi analisado ($H = 1,77$; $p = 0,41$; Figura 2.6b).

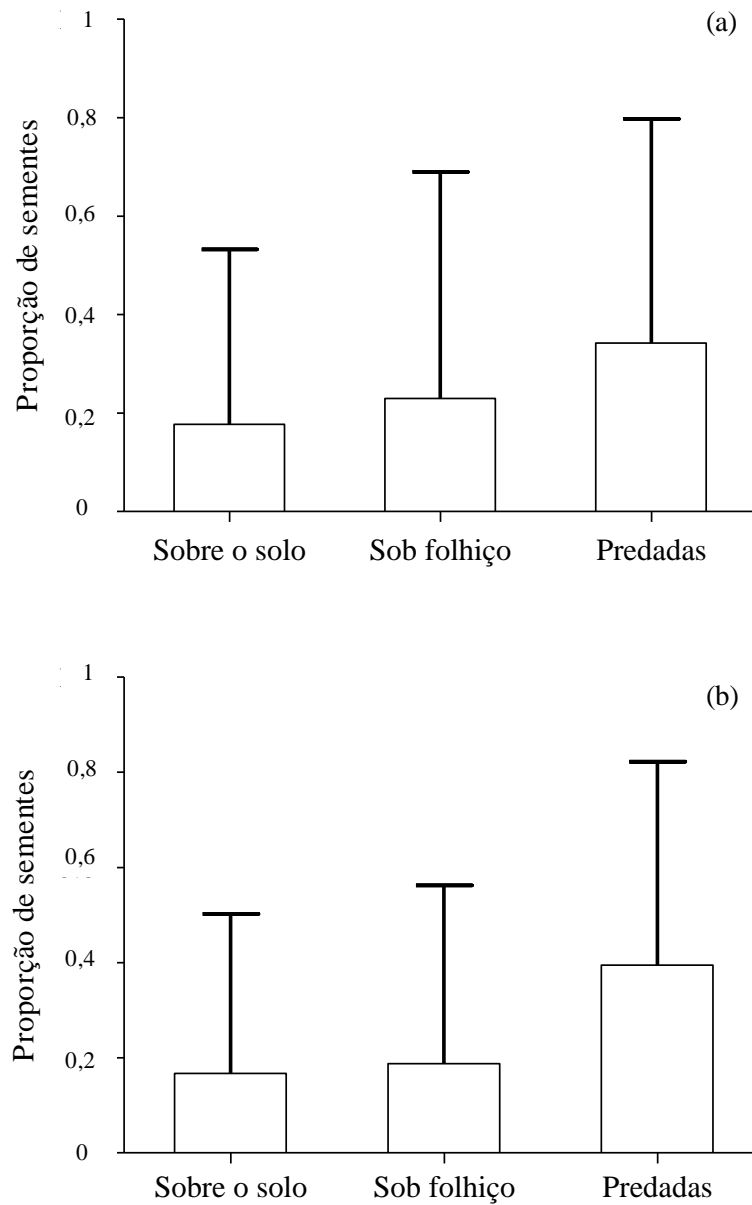


Figura 2.6. Proporção de sementes de *Astrocaryum aculeatissimum* nos diferentes destinos no primeiro mês de experimento (a) e um ano após o início do estudo (b), em áreas ainda sem a presença da cutia *Dasyprocta leporina* no Parque Nacional da Tijuca, Rio de Janeiro, Brasil. As barras indicam as médias e as linhas o desvio padrão.

Considerando cada categoria de destino separadamente, sementes enterradas foram encontradas apenas nas áreas com cutias (Figura 2.7). Para os demais destinos não foram encontradas diferenças entre as áreas, nem no primeiro mês (sobre o solo: $U = 12,00$, $p = 0,59$; sob o folhço: $U = 12,00$, $p = 0,59$; predadas: $U = 11,00$, $p = 0,81$; Figura 2.7a) nem considerando todo o período (sobre o solo: $U = 9,00$, $p = 0,74$; sob o folhço: $U = 11,00$, $p = 0,77$; predadas: $U = 14,50$, $p = 0,26$; Figura 2.7b).

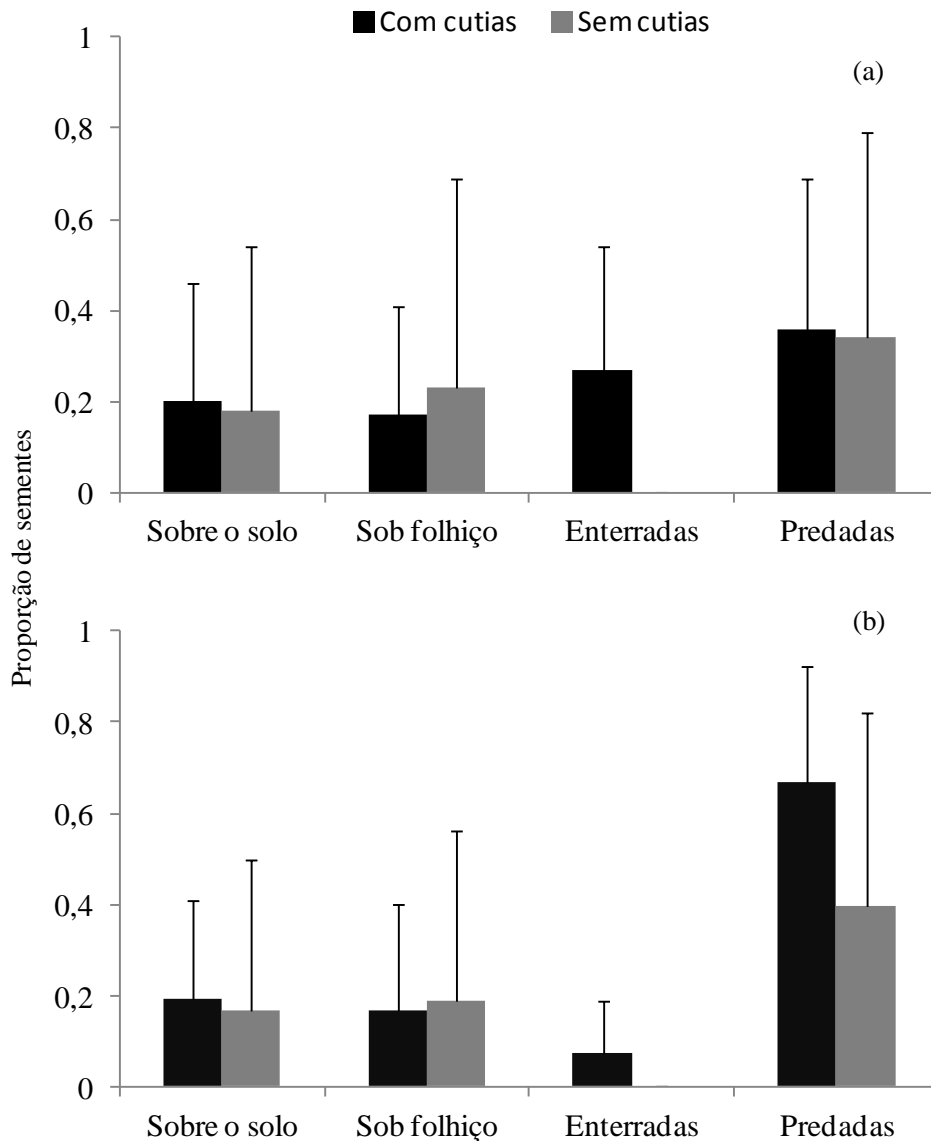


Figura 2.7. Proporção e destino das sementes de *Astrocaryum aculeatissimum* no primeiro (a) e um ano após o início do estudo (b), em áreas onde a cutia *Dasyprocta leporina* foi reintroduzida e em áreas ainda sem a presença desses animais, no Parque Nacional da Tijuca, Rio de Janeiro, Brasil. As barras indicam as médias e as linhas o desvio padrão.

DISCUSSÃO

O fato de não haver diferença entre as taxas de remoção e as distâncias de dispersão entre ambas as áreas indica que, mesmo em locais onde as cutias estão ausentes, outros dispersores de *A. aculeatissimum* estão atuando. Isso é reforçado pela forma como os frutos foram manuseados nesses locais e pelo registro do esquilo *Guerlinguetus ingrani* e de um pequeno roedor através das armadilhas fotográficas. Muitas das sementes nessas áreas foram movidas para baixo da serrapilheira ou tinham suas linhas subindo em árvores ou passando por locais onde, devido seu tamanho corporal, roedores de médio porte não seriam capazes de passar. Além disso, esquilos foram observados se alimentando de frutos de *A. aculeatissimum* na área (observação pessoal) e alguns endocarpos foram encontrados com marca de predação por pequenos roedores.

A capacidade de pequenos roedores (*e.g.* esquilos e ratos) em remover sementes grandes, é outro fator que pode explicar as altas taxas de remoção de sementes em ambos os locais. De fato, em um estudo realizado na Reserva Natural de Bladen, Belize não foram encontradas diferenças nas taxas de remoção de sementes por pequenos e grandes roedores (BREWER & REJMÁNEK 1999). Esses autores relataram ainda que, para as sementes de *Pouteria sapota* (com massa entre 30 e 60 g), mesmo as cutias removendo mais sementes do que pequenos roedores, os mesmos foram capazes de remover e consumir sementes dessa espécie tão rapidamente quanto às cutias. Outro estudo realizado no Panamá mostrou que cerca de metade dos frutos de *A. standleyanum* foram removidos no sexto dia de experimento pelo rato-de-espinho *Proechimys semispinosus*. Mesmo que outros animais como esquilos, cutias e pacas possam remover essas sementes, eles nunca foram observados no local, sendo a remoção realizada unicamente pelo rato-de-espinho e relacionadas positivamente com suas densidades populacionais (HOCH & ADLER 1997).

Apesar de no primeiro mês uma semente ter sido encontrada enterrada a cerca de 50 m da planta-mãe nas áreas com cutias, não houve diferença significativa entre as distâncias de dispersão entre os locais, nem no primeiro mês nem quando todo o período foi analisado. Contudo, as distâncias médias de dispersão nas áreas com cutias estão de acordo com as distâncias reportadas para outros estudos com *A. aculeatissimum* na Mata Atlântica (DONATTI 2004, PIRES & GALETTI 2012). Além disso, a presença de pequenos roedores nas áreas com cutias é outro fator que pode explicar porque as distâncias de dispersão não diferiram entre as áreas. De fato, em um estudo realizado com a palmeira *Attalea oleifera* na Mata Atlântica no nordeste do Brasil, os esquilos foram capazes de remover as sementes dessa palmeira a distâncias maiores do que cutias e pacas (PIMENTEL & TABARELLI 2004).

Mesmo os pequenos roedores removendo sementes para longe das plantas-mãe o local onde essas sementes foram deixadas pode comprometer o recrutamento de plântulas. Donatti e colaboradores (2009) mostraram que em locais onde as cutias estão ausentes, pequenos roedores não compensam a dispersão de sementes de *A. aculeatissimum* por esses animais. De fato, nas áreas sem cutias, quando as sementes não foram predadas, elas foram movidas e deixadas sobre ou sob o folheto. Nesses casos, essas sementes podem ser predadas tanto por outros vertebrados quanto por invertebrados (principalmente bruquíneos e escolitíneos) ou danificadas por fungos e patógenos. Neste estudo, não foi possível confirmar a presença de bruquíneos predando sementes de *A. aculeatissimum*. Porém, alguns endocarpos antigos (5 de 41) apresentaram marcas de predação por escolitíneos. No entanto cabe ressaltar que o baixo dano observado por besouros pode estar relacionado não à ausência ou baixa densidade desses

invertebrados, mas sim com as altas taxas de predação das sementes por vertebrados. Experimentos de exclusão de vertebrados seriam necessários para esclarecer essa questão.

A presença de bruquíneos e escolitíneos pode comprometer o recrutamento de *A. aculeatissimum* (DRAXCLER *et al.* 2011), já que esses animais usam o endosperma para desenvolvimento de suas larvas (JANZEN 1972, JOHNSON *et al.* 1995). Porém, quando as sementes são enterradas a probabilidade das mesmas serem danificadas por outros inimigos naturais é menor. A maioria dos estudos que reportam a importância das cutias no recrutamento de espécies vegetais relaciona essa importância com o fato desses animais enterrarem as sementes (e.g. SMYTHE 1978, JANSEN & FORGET 2001). Este estudo mostrou que as sementes de *A. aculeatissimum* só foram enterradas nas áreas com presença de cutias. Ao longo de um ano, nenhuma dessas sementes germinou. Contudo, isso pode estar relacionado com características da própria espécie, já que para alguns gêneros de *Astrocaryum* a germinação pode demorar muito tempo para acontecer (PIÑERO & SARAUKHÁN 1982, CHARLES-DOMINIQUE *et al.* 2001, HENDERSON 2002, CHARLES-DOMINIQUE *et al.* 2003).

Roedores estocadores geralmente armazenam sementes grandes e com alto valor energético em condições que dificultem seu encontro por outros predadores, como maiores distâncias em relação à planta-mãe e mais profundamente do que sementes com menor valor (JANSEN *et al.* 2002). Era esperado então, que para as áreas com cutias, sementes mais pesadas fossem enterradas. No entanto, isso não aconteceu. Nesses locais, as sementes mais pesadas foram movidas e colocadas sob o folhicho. O mesmo aconteceu para os locais onde as cutias ainda não se estabeleceram. Isso pode ser explicado pelo fato dessas sementes serem removidas por pequenos roedores, uma vez que esses animais também estão presentes nas áreas com cutias, e, conforme relatado, os mesmos são capazes de dispersarem sementes mais pesadas.

Mesmo que a proporção de sementes enterradas tenha diminuído um ano após a realização do experimento, algumas sementes ainda continuam enterradas nas áreas com cutias. Esses resultados confirmam que algumas interações ecológicas entre as cutias reintroduzidas e a palmeira *A. aculeatissimum* já foram restabelecidas no Parque. Além de removerem as sementes das proximidades das plantas-mãe, as cutias foram os únicos animais que enterraram as mesmas. Essas sementes foram enterradas com o poro germinativo voltado para baixo, o que facilita a fixação da plântula. Contudo, um acompanhamento em longo prazo dessas sementes é necessário para verificar o restabelecimento de novos processos ecológicos, como o recrutamento de plântulas.

REFERÊNCIAS

- ANDREAZZI, C.S., PIRES, A.S. & FERNANDEZ, F.A.S. 2009.** Mamíferos e palmeiras neotropicais: interações em paisagens fragmentadas. *Oecologia Brasiliensis* 13: 554-574.
- ASQUIT, N.M., TERBORGH, J., ARNOLD, A.E. & RIVEROS, M. 1999.** The fruits the agouti ate: *Hymenaea courbaril* seed fate when disperser is absent. *Journal of Tropical Ecology* 15: 229-235.
- BONVICIANO, C.R., DE OLIVEIRA, J.A. & D'ANDREA, O.S. 2008.** Guia dos roedores do Brasil. Centro Pan-Americano de Febre Aftosa - OPAS/OMS, Rio de Janeiro.
- BREWER, S.W. & REJMÁNEK, M. 1999.** Small rodents as significant dispersers of tree seeds in a Neotropical forest. *Journal of Vegetation Science* 10: 165-174.
- BRUNER, A.G., GULLISON, R.E., RICE, R.E. & DA FONSECA, G.A.B. 2001.** Effectiveness of parks in protecting tropical biodiversity. *Science* 291: 125-128.
- CHARLES-DOMINIQUE, P., CHAVE, J., VEZZOLI, C., DUBOIS, M.-A. & RIÉRA, B. 2001.** Growth strategy of the understorey palm *Astrocaryum sciophilum* in the rainforest of French Guiana. Pp: 153-163. In: Gottsberger, G. and Liede, S. (eds). Life forms and dynamics in tropical forests. *Dissertationes Botanicae* 346, Berlin/Stuttgart.
- CHARLES-DOMINIQUE, P., CHAVE, J., DUBOIS, M.-A., DE GRANVILLE, J.J., RIERA, B. & VEZZOLI, C. 2003.** Colonization front of the understorey palm *Astrocaryum sciophilum* in a pristine rain forest of French Guiana. *Global Ecology and Biogeography* 12: 237-248.
- CHIARELLO, A.G., 1999.** Effects of fragmentation of the Atlantic forest on mammal communities in south-eastern Brazil. *Biological Conservation* 89: 71-82.
- CID, B. 2011.** Reintrodução da cutia-vermelha (*Dasyprocta leporina*) no Parque Nacional da Tijuca (Rio de Janeiro, RJ): avaliação dos procedimentos, determinação do sucesso em curto prazo e caracterização dos padrões espaciais. Dissertação de Mestrado (Ecologia). Universidade Federal do Rio de Janeiro, Rio de Janeiro. 133p.
- CONNELL, J.H. 1971.** On the role of natural enemies in preventing competitive exclusion in some marine animals and in the rain forest trees. In : den Boer, P.J. & Gradwell, R., (eds). *Dynamics of populations*. Centre for Agriculture Publications and Documentation, Wageningen, The Netherlands, pp 298-310.
- DONATTI, C.I. 2004.** Consequências da defaunação na dispersão e predação de sementes e no recrutamento de plântulas da palmeira brejaúva (*Astrocaryum aculeatissimum*) na Mata Atlântica. Dissertação de Mestrado (Ecologia de Agroecossistemas). Escola Superior de Agricultura "Luiz de Queiroz", Universidade de São Paulo, Piracicaba. 89p.
- DONATTI, C.I., GUIMARÃES JUNIOR, P.R. & GALETTI, M. 2009.** Seed dispersal and predation in the Atlantic rainforest palm *Astrocaryum aculeatissimum* across a gradient of seed disperser abundance. *Ecological Research* 24: 1187-1195.
- DIRZO, R. & MIRANDA, A. 1990.** Contemporary neotropical defaunation and forest structure, function and diversity. *Conservation Biology* 4: 444-447.

- DUBOST G. 1988.** Ecology and social life of the red acouchy, *Myoprocta exilis*; comparison with the orange-rumped agouti, *Dasyprocta leporina*. *Journal of Zoology* 214:107–23.
- DUBOST, G. & HENRY, 2006.** Comparison of diets of the acouchy, agouti and paca, the three largest terrestrial rodents of French Guianan forests. *Journal of Tropical Ecology* 22: 641-651.
- DRACXLER, C.M., PIRES, A.S. & FERNANDEZ, F.A.S. 2011.** Invertebrate seed predators are not all the same: seed predation by bruchine and scolytine beetles affects palm recruitment in different ways. *Biotropica* 43: 8-11.
- DRACXLER, C.M. 2012.** Recrutamento de palmeiras em fragmentos de Mata Atlântica: entendendo as consequências das florestas vazias. Dissertação de Mestrado. Universidade Federal do Rio de Janeiro, Rio de Janeiro. 92p.
- EMMONS, L.H. & FEER, F. 1997.** Neotropical Rainforest Mammals: A Field Guide. 2 ed. *The University of Chicago Press*, Chicago.
- FORGET, P-M. 1990.** Seed dispersal of *Vouacapoua americana* (Caesalpiniaceae) by caviomorph rodents in French Guiana. *Journal of Tropical Ecology* 6:459-468.
- GALETTI, M., DONATTI, C.M., PIRES, A.S., GUIMARÃES JÚNIOR, P.R. & 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.
- GIBSON, L., LEE, T.M., KOH, L.P., BROOK, B.W., GARDNER, T.A., BARLOW, J., PERES, C.A., BRADSHAW, C.J.A., LAURANCE, W.F., LOVEJOY, T.E. & SODHI, N.S. 2011.** Primary forests are irreplaceable for sustaining tropical biodiversity. *Nature* 478: 378-381.
- HAUGAASEN, J.M.T., HAUGAASEN, T., PERES, C.A., GRIBEL, R. & WEGGE, P. 2012.** Fruit removal and natural seed dispersal of the Brazil nut tree (*Bertholletia excelsa*) in Central Amazonia, Brazil. *Biotropica* 44: 205-210.
- HENDERSON, A. 2002.** Evolution and ecology of palms. The New York Botanical Garden Press, New York.
- HENRY, O. 1999.** Frugivory and the importance of seeds in the diet of the orange-rumped agouti (*Dasyprocta leporina*) in French Guiana. *Journal of Tropical Ecology* 15: 291–300.
- HIRSCH, B.T., KAYS, R., PEREIRA, V.E. & JANSEN, P.A. 2012.** Directed seed dispersal towards areas with low conspecific tree density by a scatter-hoarding rodent. *Ecology Letters* 15: 1423-1429.
- HOCH, G.A. & ADLER, G.H. 1997.** Removal of black palm (*Astrocaryum standleyanum*) seeds by spiny rat (*Proechimys semispinosus*). *Journal of Tropical Ecology* 13: 51-58.
- HOLBROOK, K.M. & LOISELLE, B.A. 2009.** Dispersal in a neotropical tree, *Virola flexuosa* (Myristicaceae): does hunting of large vertebrates limit seed removal? *Ecology* 90: 1449-1455.

- HOWE, H.F., 1984.** Implications of seed dispersal by animals for tropical reserve management. *Biological Conservation* 30: 261-281.
- JANSEN, P. A. & FORGET, P-M. 2001.** Scatterhoarding and tree regeneration. Pp 275-288. In: Borges, F., Charles-Dominique, P., Forget, P-M. & Théry, M. (eds). Nouragues: dynamics and plant-animal interactions in a Neotropical rainforest. Kluwer Academic Publishers, Dordrecht.
- JANSEN, P.A., BARTHOLOMEUS, M., BONGERS, F., ELZINGO, J.A., OUDEN, J.D. & VAN WIEREN, S.E. 2002.** The role of seed size in dispersal by scatter-hoarding rodent. Pp 209-226. In: Silva, W.R & Galetti, M. (eds). Seed dispersal and frugivore: ecology, evolution and conservation. Wallingford: CABI Publishing.
- JANSEN, P.A, HIRSCH, B.T., ESENS, W-J., ZAMORA-GUTIERREZ, V., WIKELSKI, M. & KAYS, R. 2012.** Thieving rodents as substitute dispersers of megafaunal seeds. *Proceedings of the National Academy of Sciences* 109: 12610-12615.
- JANZEN, D.H. 1970.** Herbivores and the number of tree species in tropical forests. *The American Naturalist* 104: 501-528.
- JANZEN, D. H. 1972.** Association of a rainforest palm and seed-eating beetles in Puerto Rico. *Ecology* 53: 258-261.
- JOHNSON, C.D., ZONA, S. & NILSSON, J.A. 1995.** Bruchid beetles and palm seeds: recorded relationships. *Principes* 39: 25–35.
- LAURANCE *et al.* 2012.** Averting biodiversity collapse in tropical forest protected areas. *Nature* 489: 290-294.
- MITTERMEIER, R.A., GIL, P.R., HOFFMAN, M., PILGRIM, J., BROOKS, T., MITTERMEIER, C.G., LAMOREUX, J. & FONSECA, G.A.B. 2004.** Hotspots revisited: earth's biologically richest and most endangered terrestrial ecoregions. CEMEX & Agrupacion Sierra Madre, Mexico city.
- NOWAK, R.M. 1991.** Walker's mammals of the World. 5 ed. *The John Hopkins University Press*, Baltimore.
- PERES, C.A. & BAIDER, C. 1997.** Seed dispersal, spatial distribution and population structure of Brazil nut trees (*Bertholletia excelsa*) in southeastern Amazonia. *Journal of Tropical Ecology* 13: 595-616.
- PERES, C.A. & PALACIOS, E. 2007.** Basin-wide effects of game harvest on vertebrate population densities in Amazonian forests: implications for game animal-mediated seed dispersal. *Biotropica* 39: 304-315.
- PIMENTEL, D.S. & TABARELLI, M. 2004.** Seed dispersal of the palm *Attalea oleifera* in a remnant of the Brazilian Atlantic Forest. *Biotropica* 36: 74-84.
- PIMM, S.L. & RAVEN, P.R. 2000.** Biodiversity: extinction by numbers. *Nature* 403: 843-845.
- PIÑERO, D. & SARUKHÁN, J. 1982.** Reproductive behaviour and its individual variability in a tropical palm, *Astrocaryum mexicanum*. *Journal of Ecology* 70: 461-472.

- PIRES, A.S. 2006.** Perda de Diversidade de Palmeiras em Fragmentos de Mata Atlântica: Padrões e Processos. Tese de Doutorado (Biologia Vegetal). Universidade Estadual Paulista, Rio Claro. 108p.
- PIRES, A.S. & GALETTI, M. 2012.** The agouti *Dasyprocta leporina* (Rodentia: Dasyproctidae) as seed disperser of the palm *Astrocaryum aculeatissimum*. *Mastozoologia Neotropical* 19: 147-153.
- REDFORD, K.H. 1992.** The empty forest. *Bioscience* 42: 412-422.
- REIS, N.R., PERACCHI, A.L., PEDRO, W.A. & LIMA, I.P. 2006.** Mamíferos do Brasil. Pp 382-384. *Universidade Estadual de Londrina, Londrina*.
- SILVA, M.G. & TABARELLI, M. 2001.** Seed dispersal, plant recruitment and spatial distribution of *Bactris acanthocarpa* Martius (Arecaceae) in a remnant of Atlantic forest in northeast Brazil. *Acta Oecologica* 22: 259-268.
- SILVIUS, K. & J.V. FRAGOSO. 2003.** Red-rumped agouti (*Dasyprocta leporina*) home range use in an Amazonian Forest: implications for the aggregated distribution of forest trees. *Biotropica* 35: 74-83.
- SMYTHE, N. 1978.** The natural history of the Central American agouti (*Dasyprocta punctata*). *Smithsonian Contributions to Zoology* 257:1-52.
- TERBORGH, J., NUÑES-ITURRI, G., PITMAN, N.C.A., VALVERDE, F.H.C., ALVAREZ, P., SWAMY, V., PRINGLE, E.G. & PAINE, C.E.T. 2008.** Tree recruitment in an empty forest. *Ecology*, 89: 1757-1768.
- ZONA, S. & HENDERSON, A. 1989.** A review of animal-mediated seed dispersal of palms. *Selbyana* 11: 6-21.
- ZONA, S. 2006.** Additions to a review of animal-mediated seed dispersal of palms. <http://www.virtualherbarium.org/palms/psdispersal.html>. (Acessado em 10/12/2012).

CONCLUSÕES E CONSIDERAÇÕES FINAIS

Poucos indivíduos de *Astrocaryum aculeatissimum* foram registrados nas classes de tamanhos iniciais (plântulas e infantes), sendo a classe intermediária (juvenis) a que teve o maior número de indivíduos. A alta predação de sementes por pequenos roedores em locais sem a presença das cutias parece ser um dos fatores que contribui para o baixo número de plântulas dessa espécie. Esse tipo de estrutura, por sua vez, indica um desbalanceamento na população, e, se o mesmo for mantido ao longo dos anos, pode levar a um declínio da espécie na área. O padrão de agregação encontrado está de acordo com o que tem sido descrito para *A. aculeatissimum* e outras espécies de palmeiras. Tal padrão é reforçado pelas curtas distâncias de dispersão realizadas por pequenos roedores, que foram os principais consumidores dos frutos dessa espécie nas áreas sem cutias.

Mesmo que outros dispersores estejam presentes no Parque, o baixo número de plântulas encontrados neste estudo reforça a ideia de que pequenos roedores não compensam a dispersão de sementes dessa palmeira por cutias, em locais onde as mesmas estão ausentes ou em baixas densidades populacionais. Conforme foi relatado, sementes enterradas só foram encontradas nas áreas onde as cutias se estabeleceram após a reintrodução, indicando a importância desses animais no restabelecimento de processos ecológicos da palmeira estudada.

É interessante ressaltar que outras espécies vegetais presentes na área de estudo também dependem fortemente das cutias para dispersão de suas sementes e recrutamento de plântulas. Entre essas espécies estão o jatobá *Hymenaea courbaril* e a cutieira *Joannesia princeps*, além de outras palmeiras com frutos grandes como *Attalea* spp. Estudos em longo prazo com essas espécies devem ser realizados a fim de verificar se interações ecológicas entre essas espécies e as cutias também já foram restabelecidas após a reintrodução desses animais.