

RAQUEL ELISE MÜLLER DE LIMA

DISPERSÃO DE SEMENTES DE *Hovenia dulcis* Thunb.
(Rhamnaceae) – UMA ESPÉCIE INVASORA EM ÁREA DE
FLORESTA ESTACIONAL DECIDUAL

Dissertação apresentada ao
Programa de Pós-Graduação em
Ecologia da Universidade Federal
de Santa Catarina como requisito
parcial à obtenção do título de
Mestre em Ecologia.

Orientação: Dra. Tânia Tarabini Castellani

FLORIANÓPOLIS
2013

Ficha de identificação da obra elaborada pelo autor,
através do Programa de Geração Automática da Biblioteca Universitária da UFSC.

Müller de Lima, Raquel Elise

Dispersão de sementes de *Hovenia dulcis* Thunb.
(Rhamnaceae) - uma espécie invasora em área de Floresta
Estacional Decidual / Raquel Elise Müller de Lima ;
orientador, Tânia Tarabini Castellani - Florianópolis, SC,
2014.

79 p.

Dissertação (mestrado) - Universidade Federal de Santa
Catarina, Centro de Ciências Biológicas. Programa de Pós-
Graduação em Ecologia.

Inclui referências

1. Ecologia. 2. Interação planta-animal. 3. dispersão de
sementes. 4. invasão biológica. 5. *Hovenia dulcis*. I.
Tarabini Castellani, Tânia . II. Universidade Federal de
Santa Catarina. Programa de Pós-Graduação em Ecologia. III.
Título.

AGRADECIMENTOS

Primeiramente gostaria de agradecer à minha orientadora, Tânia Tarabini Castellani, pelo acolhimento, pela oportunidade e pela atenção que me fez sentir querida e importante. À Michele de Sá Dechoum, pela companhia e ajuda nas saídas de campo, pelo aprendizado, pelas risadas e pelo dados sobre a vegetação cedidos.

Ao biólogo responsável pelo Parque Estadual Fritz Plaumann, Murilo Anzanello Nichele, e à equipe da ECOPEF (Equipe co-gestora do Parque Estadual Fritz Plaumann), Rafael, Patrícia e os estagiários, pelo acolhimento e atenção. Ao Sr. Adelar, pelo auxílio em campo e pelas piadas.

Às pessoas que auxiliaram na identificação das espécies de animais: Guilherme Willrich, Maurício Barbanti, Marcos Tortato e Benedito Lopes. Ao Maurício Graipel e Luiz Carlos Pinheiro Machado Filho pelo empréstimo de materiais essenciais à este trabalho. À Renata Diem pelo trabalho de melhoramento das fotos.

À amiga Júlia Ferrúa e ao meu namorado Eric Pereira por me acompanharem à campo, pela parceria, companheirismo, especialmente ao Eric, pelo carinho e paciência neste processo.

Aos professores que contribuíram de alguma forma com o projeto inicial durante às apresentações na SAPECO (Semana Acadêmica da Pós-Graduação em Ecologia) de 2012 e 2013, André Freitas (UNICAMP), Heraldo de Vasconcelos (UFU) e, especialmente, Maurício Sedrez, que acompanha meu progresso deste o trabalho de conclusão de curso.

Aos professores que colaboraram no processo de pré-banca, Helena Bergallo e Maurício Sedrez, por se disponibilizarem e aceitarem a participação também da banca, junto com Malva Hernández e Benedito Lopes.

À FATMA, pela autorização da pesquisa na Unidade de Conservação, à FAPESC pelo financiamento do projeto, à CAPES pela concessão da bolsa, e ao Programa de Pós-Graduação em Ecologia da UFSC pela oportunidade.

Por último, mas não menos importante, à minha família, por todo o apoio e compreensão durante todo este caminho percorrido.

RESUMO

A dispersão de sementes é um processo mutualístico que pode auxiliar e facilitar o processo de invasão de plantas exóticas. A introdução de uma espécie com frutos carnosos em uma formação vegetal pode fornecer à fauna nativa recursos alimentares adicionais, principalmente em períodos de escassez. Mamíferos e aves são considerados os agentes dispersores mais eficientes, devido à grande quantidade de frutos e sementes consumidos pelos mamíferos e pelas grandes distâncias que as aves podem dispersar. *Hovenia dulcis* é uma espécie exótica invasora em área de Floresta Estacional Decidual e este trabalho teve como objetivo avaliar as interações estabelecidas no processo de dispersão de suas sementes. Para isso, pretendeu-se identificar as espécies consumidoras dos frutos e dispersoras das sementes, analisar a oferta e remoção de frutos, a distância de dispersão, a viabilidade das sementes dispersas e a relação entre a fauna e a estrutura da vegetação. O estudo foi realizado no Parque Estadual Fritz Plaumann, Concórdia, SC, em área de Floresta Estacional Decidual. Em dez parcelas de 10x10m, distantes pelo menos 100m entre si, foi feito o levantamento dos consumidores de *H. dulcis* por meio de observações focais da avifauna (48 horas) e do uso de dez armadilhas fotográficas (2305 armadilhas-dia), oito voltadas para a base de árvores de *H. dulcis* e duas posicionadas a 2m de altura. Carretéis de linha amarrados em frutos (n= 550) foram colocados em cada parcela para determinar a distância de dispersão. Foram coletadas fezes de animais encontradas em trilhas para verificar a presença de sementes de *H. dulcis* que foram colocadas para germinar para testar sua viabilidade. Para diferenciar a remoção de consumidores distintos foi feito um experimento de remoção de frutos com gaiolas de exclusão, tendo-se: 1) controle, onde todos os animais tinham acesso aos frutos; 2) acesso apenas aos grandes animais; 3) acesso apenas aos pequenos mamíferos; 4) acesso apenas às formigas. A dispersão por formigas também foi investigada testando a remoção de frutos depositados próximos à ninhos. A oferta de frutos de *H. dulcis* foi estimada pela queda de frutos em 20 coletores (0,36m²) sob a copa de indivíduos frutificando, e a dispersão por aves foi avaliada pela coleta de fezes em coletores posicionados à 10m de *H. dulcis* embaixo de árvores poleiros. A disponibilidade de frutos de outras espécies nas parcelas foi investigada através de levantamento das árvores presentes nas parcelas e pesquisados na literatura seus períodos de frutificação. Para relacionar a presença das espécies da fauna com a estrutura da vegetação foi feita uma análise de correspondência canônica. Os resultados obtidos mostram que a fauna nativa está auxiliando a dispersão da espécie

invasora na área. Doze espécies de mamíferos e 16 de aves foram registradas por armadilhas fotográficas e mais duas de aves por observações focais. Destas, sete espécies consumiram frutos de *H. dulcis* (graxaim, tatu-galinha, serelepe, quati, jacuaçu, pavó e surucuá-variado), assim como formigas cortadeiras (*Atta sexdens*) foram observadas carregando sementes. Dos frutos presos aos carretéis, 0,9% efetivamente dispersos (deslocado e ainda preso ao barbante), 4,7% foram consumidos, mas não deslocados, 2,7% foram deslocados e consumidos. Os frutos foram dispersos em média 1,04m, variando de 8,7m a 0,35m da posição inicial. Das fezes encontradas (n= 27), dez continham sementes de *H. dulcis*, distando em média de 10,8m de indivíduos frutificando. Sementes providas das fezes (n= 73) germinaram (46,6%) em taxas similares ao controle (57,5%) ($\chi^2=1,34$; $p>0,05$; $gl=1$). O experimento de remoção com gaiolas de exclusão não mostrou diferença entre os tratamentos ($F=1,403$; $p=0,258$; $gl=3$), sendo similares as taxas de remoção de frutos por formigas, pequenos e grandes mamíferos. A riqueza, a densidade de árvores e a abundância de *H. dulcis* foram as variáveis que explicaram a frequência de registros da fauna nas parcelas. Espécies de hábito alimentar onívoro mostraram maior relação com a abundância de *H. dulcis*, que produz de 22,2 a 40,2 fr/ind/mês/m². Assim, a presença e abundância de *H. dulcis* está relacionada com a riqueza de mamíferos no parque. O manejo previsto para a retirada de plantas adultas da espécie vai gerar a perda deste recurso alimentar para a fauna. Porém, 15 espécies arbóreas nativas do parque frutificam com pelo menos dois meses de sobreposição à *H. dulcis* e poderão prover alimento, restituindo assim as interações com a fauna.

Palavras-chave: dispersão de sementes, invasora, *Hovenia dulcis*, Floresta Estacional Decidual.

ABSTRACT

Seed dispersal is a mutualistic process that can assist and facilitate the process of invasion of exotic plants. The introduction of a species with fleshy fruits in a habitat may provide additional food resources to the native fauna, especially in times of scarcity. Mammals and birds are considered the most efficient dispersal agents, due to the large amount of fruits and seeds eaten by mammals and the great distances that birds can disperse. *Hovenia dulcis* is an exotic invasive species in the Deciduous Forest and this study aimed to evaluate the interactions established in the seed dispersal process. It was intended to identify the species consuming the fruits and the seed dispersers, analyze the supply and the removal of fruit, the dispersal distance, the feasibility of seeds dispersed and the relationship between the animals and the vegetation structure. The study was conducted at Fritz Plaumann State Park, Concordia, SC, an area in Deciduous Forest. In ten plots of 10x10m, at least 100m away from each other, we made a survey of consumers of *H. dulcis* through focal observations of the avifauna (48 hours) and used ten camera traps (2305 trap-day), eight focused on basis of *H. dulcis* trees and two positioned at 2m height. Spools of thread tied on fruit (n= 550) were placed in each plot to determine the distance of dispersion. Animal feces found on tracks were collected to verify the presence of *H. dulcis* seeds, that germinated to test viability. To differentiate the removal of different consumers, an experiment using exclusion cage was made to evaluate fruit removal, with this treatments: 1) control, where any animals had access to the fruits, 2) access only to large animals, 3) access only to small mammals, 4) access only to ants. The dispersal by ants was investigated by testing the removal of fruit deposited near nests. The supply of fruits of *H. dulcis* was estimated by fruit drop in 20 collectors (0,36 m²) under the canopy of fruiting individuals, and bird dispersal was assessed by collecting feces on the collectors positioned 10m from the *H. dulcis*, beneath trees perches. The availability of fruits of other species in the plots was investigated by surveying trees in plots and their fruiting periods were found in the literature. To relate the presence of the animal species with the vegetation structure, a canonical correspondence analysis was taken. The results show that the native fauna is aiding the spread of the invasive species in the area. Twelve species of mammals and 16 birds were recorded by camera traps and two more birds by focal observations. Of these, seven species consumed fruits of *H. dulcis* (*Cerdocyon thous*, *Dasyus novemcinctus*, *Guerlinguetus ingrami*, *Nasua nasua*, *Penelope obscura*, *Pyroderus scutatus* and *Trogon surrucura*), as well as cutting

ants (*Atta sexdens*) were observed carrying seeds. The fruit attached to the spools, 0.9 % were effectively dispersed (moved and still attached to the string), 4.7% were consumed , but not displaced, 2.7 % were displaced and consumed. Of the fruits were dispersed on average 1.04 m, ranging from 8.7 m to 0.35 m from the initial position. Of the feces found (n = 27), ten contained seeds of *H. dulcis*, lying on average 10.8 m of fruiting individuals. Seeds from faeces (n = 73) germinated (46.6%) at similar rate to the control (57.5%) ($\chi^2= 1.34$; $p> 0.05$; $df= 1$). The removal experiment with exclusion cages showed no difference between treatments ($F= 1.403$; $p= 0.258$; $df= 3$), with similar rates of fruit removal by ants, small and large mammals. The richness, tree density and abundance of *H. dulcis* were the variables that explain the frequency of records of fauna in the plots. Omnivorous species showed greater relationship with the abundance of *H. dulcis*, which produces 22.2 to 40.2 fr/ind/month/m². Thus, the presence and abundance of *H. dulcis* appears to influence the richness of mammals in the park. The management of the invasive species will remove adult plants and will generate the loss of this food resource for the wildlife. However, 15 native tree species in the park produce fruit with at least two months of overlap with *H. dulcis* and may provide food resources, thus restoring interactions with wildlife.

Keywords: seed dispersal, invasive, *Hovenia dulcis*, Deciduous Forest.

LISTA DE FIGURAS

Figura 1 – Localização do Parque Estadual Fritz Plaumann (PEFP), Estado de Santa Catarina, Brasil.	27
Figura 2 – A) Fruto seco (seta) de <i>Hovenia dulcis</i> com pedúnculo carnosos; B) frutos consumidos pela fauna; e C) copa da árvore sem folhas e com frutos maduros.....	29
Figura 3 – Disposição das parcelas na área do Parque Estadual Fritz Plaumann.....	30
Figura 4 – Armadilha fotográfica posicionada para a base de um indivíduo de <i>Hovenia dulcis</i> (A) e posicionada em frente a uma plataforma com frutos de <i>Hovenia dulcis</i> (B).	32
Figura 5 – Carretel de linha preso ao pseudofruto de <i>Hovenia dulcis</i> , para avaliar a distância de dispersão.	33
Figura 6 – Experimento de remoção de frutos: A) controle; B) acesso a grandes mamíferos; C) acesso a pequenos mamíferos; e D) acesso a formigas. Setas: detalhe da Tangle-Trap.	35
Figura 7 – Espécies registradas consumindo frutos/pseudofrutos de <i>Hovenia dulcis</i> : A) <i>Cerdocyon thous</i> ; B) <i>Dasypus novemcinctus</i> ; C) <i>Guerlinguetus ingrami</i> ; D) <i>Nasua nasua</i> ; E e F) dois indivíduos de <i>Penelope obscura</i>	43
Figura 8 – Indivíduo de <i>Cerdocyon thous</i> interagindo com um carretel de linha com fruto de <i>Hovenia dulcis</i>	44
Figura 9 – A) Plântulas de <i>Hovenia dulcis</i> germinadas das sementes provenientes das fezes; B) Plântulas germinadas das sementes controle.	45
Figura 10 – Número de frutos de <i>Hovenia dulcis</i> removidos por tratamento (a linha central representa a mediana, as caixas representam 50% dos valores centrais da distribuição, as barras os valores mínimo e máximo e o ponto representa o valor “outlier”).	47
Figura 11 – Ninho de formigas abandonado com plântulas de <i>Hovenia dulcis</i> germinando.	48

Figura 12 – Queda de frutos de *Hovenia dulcis*, por m², nos meses de frutificação de 2012 e 2013 (as linhas sobre as barras representam os desvios padrões)..... 49

Figura 13 – Análise de componentes principais das variáveis da vegetação e da fauna (Legenda: densidade total = denstotal; riqueza total = riqtotal; altura média = altmed; área basal média = areabasalmed; abundância de *Hovenia dulcis* = abundhov; riqueza de mamíferos = riqmamif; e riqueza de aves = riqaves)..... 52

Figura 14 – Análise de correspondência canônica de três variáveis da vegetação com a frequência de registros das espécies da fauna em cada parcela (Legenda: arapaçu-grande = aragra; chupa-dente = chupdent; corujinha = coruj; esquilo = esqui; gato-do-mato-pequeno = gatpeq; gato-maracajá = gatmar; gato-mourisco = gatmouris; gralha-picaça = gralhpic; graxaim = grax; inhambu-chintã = inhachin; inhambuguaçu = inhagua; jacuaçu = jacu; juriti-gemeadeira = jurigem; juriti-pupu = juripupu; macaco-prego = macapreg; mão-pelada = maopel; paca = paca; quati = quati; roedor = roedor; sabiá-barranco = sabibarr; sabiá-coleira = sabiacole; sabiá-laranjeira = sabilaranj; saracura-do-mato = saracmato; tatu = tatu; tie-de-tipete = tietopet; tie-preto = tiepreto; trinca-ferro-verdadeiro = trincferrver)..... 53

LISTA DE TABELAS

Tabela 1 – Resultados do monitoramento de animais com armadilhas fotográficas por parcela, no Parque Estadual Fritz Plaumann, em 2012 e 2013.....	39
Tabela 2 – Espécies de mamíferos registradas por armadilhas fotográficas no Parque Estadual Fritz Plaumann, em 2012 e 2013.	41
Tabela 3 – Aves registradas por armadilhas fotográficas no Parque Estadual Fritz Plaumann, em 2012 e 2013 (*espécies registradas por observação focal).	42
Tabela 4 – Lista de espécies vegetais arbóreas presentes nas parcelas que possuem frutificação sobreposta à da <i>Hovenia dulcis</i> . (Legenda: L. 2002a – Lorenzi 2002a; L. 2002b – Lorenzi 2002b; L. 2009 – Lorenzi 2009; K. 1984 – Klein, 1984; R. 1996 – Reitz, 1996; D. et al. 2005 – Delprete et al. 2005).....	50

SUMÁRIO

1	INTRODUÇÃO	17
2	OBJETIVOS	23
2.1	OBJETIVO GERAL.....	23
2.2	OBJETIVOS ESPECÍFICOS	23
3	METODOLOGIA	25
3.1	ÁREA DE ESTUDO	25
3.2	ESPÉCIE EM ESTUDO.....	28
3.3	DESENHO AMOSTRAL	30
3.4	REGISTRO DA FAUNA CONSUMIDORA DE <i>Hovenia dulcis</i>	30
3.5	REMOÇÃO DE FRUTOS, DISTÂNCIA DE DISPERSÃO E DISPERSORES EFETIVOS.....	32
3.5.1	Avaliação da distância de dispersão com o uso de carreteis .	32
3.5.2	Coleta de fezes e sementes.....	33
3.5.3	Experimentos de remoção com gaiolas de exclusão.....	34
3.5.4	Dispersão por formigas	35
3.6	VIABILIDADE DE SEMENTES DISPERSAS	36
3.7	DISPONIBILIDADE DE FRUTOS	36
3.7.1	Estimativa da oferta de frutos de <i>Hovenia dulcis</i>	36
3.7.2	Período de oferta de frutos de outras espécies	36
3.8	RELAÇÃO ENTRE FAUNA E ESTRUTURA DA VEGETAÇÃO	37
3.9	ANÁLISE DE DADOS	37
4	RESULTADOS	39
4.1	REGISTRO DA FAUNA CONSUMIDORA DE <i>Hovenia dulcis</i>	39

4.2	REMOÇÃO DE FRUTOS, DISTÂNCIA DE DISPERSÃO E DISPERSORES EFETIVOS.....	44
4.2.1	Avaliação da distância de dispersão com uso de carretéis....	44
4.2.2	Dispersão de sementes por fezes e viabilidade das sementes	45
4.2.3	Experimentos de remoção com gaiolas de exclusão	46
4.2.4	Dispersão por formigas.....	47
4.3	DISPONIBILIDADE DE FRUTOS.....	48
4.3.1	Estimativa da oferta de frutos de <i>Hovenia dulcis</i>	48
4.3.2	Disponibilidade de frutos de outras espécies.....	49
4.4	RELAÇÃO ENTRE FAUNA E ESTRUTURA DA VEGETAÇÃO.....	51
5	DISCUSSÃO.....	55
6	CONSIDERAÇÕES FINAIS	63
	ANEXOS.....	77
	ANEXO A – Variáveis da estrutura da vegetação das parcelas na área de estudo (Dechoum, dados não publicados).....	78
	ANEXO B – Correlações das variáveis da vegetação da análise de componentes principais.....	79

1 INTRODUÇÃO

A dispersão de sementes é um processo mutualístico no qual os dispersores recebem um retorno nutricional e as plantas têm suas sementes dispersas (Pijl, 1972). Este processo é definido como o deslocamento de um diásporo em relação à planta mãe (Tsoar *et al.*, 2011). Diásporo é a unidade de uma planta que é efetivamente dispersada (Howe e Smallwood, 1982).

Dispersores de sementes têm um papel chave na ecologia e evolução de plantas com frutos carnosos. No nível de comunidade, as interações entre plantas e frugívoros frequentemente mostram alta diversidade e baixa especificidade (Donatti *et al.*, 2007). Assim, plantas dispersas por vertebrados costumam ser generalistas e mudanças evolutivas e substituição de parceiros mutualísticos podem ocorrer, ao invés de terem síndromes de dispersão especialistas (Richardson *et al.*, 2000).

A dispersão de sementes tem sido descrita como um “mutualismo difuso” devido ao fato de que a maioria, se não todos os frugívoros, consomem frutos de muitas espécies de plantas diferentes (Jordano, 1995; Bartuszevige e Gorchoy, 2006). O fato de que plantas frutíferas vivem mais do que animais frugívoros (Herrera, 1985) levou à hipótese de que frugívoros ajustam mais facilmente suas dietas para incorporar novos frutos do que as plantas se adaptam aos seus novos dispersores (Howe e Westley, 1997).

Uma das vantagens da dispersão de sementes é que os frutos/sementes podem ser deslocados para sítios de colonização fora da influência da planta mãe e da sua chuva de sementes (queda embaixo da copa), proporcionando um escape à alta predação de sementes e à alta mortalidade de plântulas. Estas são as consequências do efeito da densidade e da distância em relação à planta mãe (Janzen, 1970; Connell, 1971).

Desta forma, em uma escala espacial local, o processo de dispersão afeta a agregação de sementes, e portanto, a competição e mortalidade denso-dependente. Já em escalas espaciais maiores, afeta as estruturas genéticas das populações, a taxa de expansão populacional, e a habilidade das plantas de colonizar novos habitats e responder às mudanças climáticas. A dispersão em ambas as escalas contribuem para a sombra de sementes - a distribuição espacial de sementes ao redor de uma planta mãe (Clark *et al.*, 2005).

Os primeiros estudos de ecologia da dispersão enfatizaram a história natural, buscando conhecer quais animais consomem quais

frutos. Porém, atualmente, o desafio é entender este conhecimento de história natural na luz de processos demográficos que moldam as populações e comunidades de plantas (Howe e Miriti, 2004). Houve uma mudança de abordagem para o agente dispersor, perguntando quantas sementes esse vetor dispersa e a que distância essas sementes são carregadas (Nathan *et al.*, 2008).

A dispersão das sementes pode ocorrer diretamente da copa da planta mãe, com a retirada dos frutos pelos animais ou pela queda natural, sendo este processo a dispersão primária (Muller-Landau *et al.*, 2008). Ou pode ocorrer quando a semente, já no chão, é removida por animais, caracterizando a dispersão secundária das sementes (Forget e Milleron, 1991).

O estudo da dispersão das sementes envolve aspectos relacionados à frugivoria, como, em geral, quais animais se alimentam de determinado fruto e, portanto, podem ser os dispersores das sementes, e o número de sementes potencialmente dispersadas. Também envolve outros aspectos que, no entanto, vão além da frugivoria. Para se concluir sobre a qualidade da dispersão de sementes proporcionada por um determinado animal frugívoro, deve se avaliar, por exemplo, como esse animal processa o fruto e trata as sementes ingeridas, a viabilidade dessas sementes, a distância de dispersão e o local em que são depositadas (Schupp, 1993). O tipo de vetor dispersor é uma determinante do resultado da semente de sementes, com espécies dispersas por animais tendo distâncias médias de dispersão maiores que plantas dispersas pelo vento (Clark *et al.*, 2005).

Este processo mutualístico também pode beneficiar espécies de plantas exóticas que foram introduzidas em novos habitats, ajudando estas plantas a superar os obstáculos ao estabelecimento para se tornarem naturalizadas e, em alguns casos, invasoras (Richardson *et al.*, 2000).

Plantas exóticas introduzidas em determinados habitats podem causar grandes impactos quando se tornam invasoras (Levine *et al.*, 2003). Plantas invasoras são aquelas que perturbam a estrutura do ecossistema invadido. Em geral, elas produzem descendentes em número muito elevado, que conseguem se dispersar a grandes distâncias, e que prontamente competem com espécies nativas, expandindo-se agressivamente em comunidades naturais (Schneider, 2007). O estabelecimento e a propagação de espécies exóticas introduzidas modifica a estrutura e a estabilidade de comunidades ecológicas (Richardson e Pysek, 2000). Os efeitos negativos mais conhecidos de plantas invasoras em comunidades envolvem a competição direta por nutrientes, luz, espaço ou água, e a consequente perda da diversidade de plantas (Levine *et al.*, 2003).

Como apenas uma pequena fração das espécies introduzidas se tornam invasoras, e muitas espécies invasoras podem ser consideradas prejudiciais, existem muitos esforços direcionados para entender o que faz algumas espécies invasoras (Daehler, 2003).

De acordo com Richardson e colaboradores (2000), uma das linhas de trabalho é o estudo das interações bióticas que as plantas introduzidas estabelecem com as espécies nativas. Estas interações com organismos residentes podem determinar se as plantas irão ou não irão se tornar invasoras. Interações como mutualismos com dispersores, polinizadores, ou a biota do solo são positivas e podem permitir invasão de novos ambientes (Aslan, 2011). Se as interações estabelecidas forem de alimentação, e quando essas interações envolvem o consumo de frutos ou sementes, principalmente de plantas com frutos carnosos, a dispersão da planta é uma possível consequência. Como os frugívoros podem, desta forma, promover invasões, plantas com frutos carnosos são geralmente consideradas com alta capacidade de invasão (Rejmánek e Richardson, 1996) e, portanto, a introdução de espécies ornamentais, na agricultura ou horticultura possui alto risco ambiental (Aslan e Rejmánek, 2010).

As novas interações estabelecidas também podem ser negativas para a planta invasora, considerando a herbivoria e a predação de sementes pela fauna nativa (Aslan e Rejmánek, 2010). O sucesso de plantas exóticas com frutos carnosos como invasoras também depende da disponibilidade relativa de frutos nativos e exóticos. Portanto, apesar da presença de potenciais dispersores da exótica, esta última pode não se tornar invasora por haver uma grande competição com as nativas que também produzem frutos carnosos (Richardson *et al.*, 2000).

As espécies de plantas ou de frugívoros podem estar envolvidos simultaneamente em interações com múltiplas espécies. Portanto, haverá consequências tanto no âmbito da comunidade quanto da população para a interação planta invasora-frugívoro (Buckley *et al.*, 2006).

A introdução de uma espécie de planta exótica com frutos carnosos pode fornecer novos recursos alimentares para espécies nativas da fauna em épocas de escassez de alimentos nativos, causando possíveis mudanças, por exemplo, no comportamento reprodutivo, de migração e distribuição espacial das aves, e mudanças comportamentais e de uso do habitat de mamíferos (Richardson *et al.*, 2000; Aslan e Rejmánek, 2010). Outro impacto negativo que as invasões biológicas podem ter é a potencial competição por agentes dispersores e polinizadores. As espécies nativas podem acabar recebendo menos serviços de dispersão de sementes e de polinização do que as espécies exóticas (Gosper, 2004; Aslan, 2011), que acabam monopolizando estes processos. Como

consequência, ocorre a disrupção de interações mutualísticas (Aslan e Rejmánek, 2012), podendo até levar a extinções locais (Aronson *et al.*, 2007).

Obviamente, os frugívoros não consideram a origem do seu recurso alimentar. Entretanto, espécies exóticas podem ser particularmente atrativas para os dispersores se forem relativamente robustas, com frutos chamativos e coloridos, ou se exibirem tamanho de copa grande. Todas estas características podem resultar tanto da seleção artificial para fins hortícolas, como da ausência de inimigos naturais na zona de introdução (Aslan e Rejmánek, 2012).

Uma grande proporção de plantas na maioria das comunidades são dispersas por animais. Em florestas tropicais estima-se que entre 50 a 75% das espécies arbóreas produzam frutos carnosos adaptados ao consumo e a dispersão de sementes por aves e/ou mamíferos (Howe e Smallwood, 1982), superando a dispersão pelo vento, água e outros processos abióticos (Donatti, 2004). Os animais frugívoros são responsáveis por boa parte da biomassa de vertebrados em florestas tropicais, podendo chegar a 80% da biomassa total (Jordano *et al.*, 2006). Cerca de 20%-50% das espécies de aves e mamíferos consomem frutos pelo menos durante parte do ano (Fleming, 1987) e, de acordo com Van der Pijl (1982), a dispersão de sementes por mamíferos é particularmente importante em regiões tropicais. Na Mata Atlântica, cerca de 87% de todas as espécies arbóreas produzem frutos carnosos, mas pode chegar a mais de 90% em algumas áreas (Jordano *et al.*, 2006).

Para árvores e arbustos invasores, as aves são os agentes de dispersão mais importantes (Richardson e Rejmánek, 2011), e isto se deve principalmente ao fato de que as aves estão entre os vetores de dispersão a longas distâncias mais eficientes (Vittoz e Engler, 2007). Eventos de dispersão à longas distâncias podem aumentar grandemente a taxa total de propagação de uma espécie. Sementes que passam pelo trato digestivo de aves recebem tratamentos mecânico e químico que às vezes promovem a germinação (Gosper *et al.*, 2005; Aslan, 2011).

Os mamíferos, tendo a vantagem de serem animais de maior porte em relação às aves, podem ingerir maiores quantidades e maior variedade de frutos (Herrera, 1989). Assim, os mamíferos frugívoros podem excretar sementes intactas por toda sua área de vida, sendo importantes vetores da endozocoria (Jordano *et al.*, 2007). Existem registros de que os mamíferos ungulados, como veados, alces e gado bovino, são capazes de dispersar sementes de espécies exóticas invasoras e, mesmo sendo a maioria ruminantes, as sementes passam intactas pelo trato digestivo que, inclusive, contribui para sua germinação (Bartuszevíg e Endress, 2008).

Já os pequenos mamíferos geralmente são considerados predadores de sementes (Forget, 1992), porém podem também agir como dispersores de sementes de forma geral, quando consomem apenas a polpa de frutos com sementes médias ou pequenas e quando os frutos possuem sementes grandes (Vieira *et al.*, 2003).

Formigas também podem contribuir para o sucesso de plantas exóticas invasoras (Richardson *et al.*, 2000). A dispersão de sementes realizada por formigas, chamada mirmecocoria, pode beneficiar a planta aumentando a sobrevivência de plântulas por levar as sementes para baixo da terra, protegendo-a de predadores, pode diminuir a competição entre as plântulas por remover as sementes de baixo da planta mãe, ou pode aumentar a sobrevivência de plântulas por causa dos nutrientes encontrados nos ninhos das formigas (Bennet e Krebs, 1987). Geralmente, as formigas removem o diásporo intacto, levam-no ao ninho, comem o apêndice nutritivo chamado elaiossomo e rejeitam as sementes dentro ou para fora do ninho (Servigne e Detrain, 2008). Para a espécie de planta com frutos carnosos *Rhamnus alaternus* (Rhamnaceae), que geralmente é tem suas sementes dispersas por aves, as formigas são o grupo mais importante na remoção das sementes no chão da floresta (Gómez *et al.*, 2003). A coleta de sementes por formigas cortadeiras não é um mutualismo verdadeiro, pois as sementes alvo não são especializadas para dispersão por essas formigas. Porém, estes animais podem contribuir para o sucesso de plantas exóticas (Richardson *et al.*, 2000). Alguns gêneros de formigas que não são cortadeiras, como *Pheidole* e *Camponotus*, também podem dispersar sementes de espécies exóticas (French e Major, 2001).

A avaliação do processo de dispersão de sementes de invasoras por mamíferos é rara na literatura (Bartuszevig e Endress, 2008), entretanto, a dispersão por aves já foi melhor explorada (Renne *et al.*, 2001; Corlett, 2005; Gosper *et al.*, 2005; Aslan, 2011; Spotswood *et al.*, 2012). Destes últimos trabalhos citados, apenas Renne e colaboradores (2001) e Spotswood e colaboradores (2012) foram realizados em áreas de florestas tropicais.

Assim como as plantas zoocóricas dependem dos frugívoros para terem suas sementes dispersas, os frugívoros dependem destas plantas para obter recursos alimentares. Uma das consequências das invasões por plantas é que novas interações podem ser formadas com as espécies nativas (Gosper, 2004). Algumas plantas invasoras podem se tornar importantes fontes de alimento para a fauna nativa, particularmente em locais onde a maior parte da vegetação nativa já foi perdida (Gosper, 2004).

A espécie *Hovenia dulcis* Thunberg, é uma árvore da família Rhamnaceae, conhecida popularmente como uva-do-japão, sendo originária do Japão, Coréia e leste da China (Kopachon *et al.*, 1996), e é considerada uma espécie invasora fora de sua área original (Richardson e Reymánek, 2011). Esta planta é utilizada em programas de reflorestamento em áreas onde é nativa, devido à sua atratividade para a fauna (Kopachon *et al.*, 1996; Hitchcock e Elliott, 1999). Está presente na Lista Oficial de Espécies Exóticas Invasoras no Estado de Santa Catarina, e é encontrada nas seguintes formações vegetais deste estado: Floresta Estacional Decidual, Estepe Gramíneo-Lenhosa, Floresta Ombrófila Mista e Floresta Ombrófila Densa (Resolução CONSEMA 11/2010, anexo II), sendo considerada a planta exótica invasora mais relevante nestas formações vegetais (Zenni e Ziller, 2011). Geralmente ocorre em clareiras de florestas exploradas, e é relatado que pode ocorrer em diferentes estágios sucessionais da Floresta Estacional Decidual do rio Uruguai (Carvalho, 1994; FATMA, 2005).

Este trabalho tem como objetivos obter informações sobre o papel da fauna na dispersão da espécie exótica *H. dulcis* em ambiente de Floresta Estacional Decidual. Desta forma, as hipóteses são: i) a espécie invasora estabelece interações com a fauna nativa; ii) as interações favorecem a dispersão de sementes; e iii) os agentes dispersores auxiliam no processo de invasão.

2 OBJETIVOS

2.1 OBJETIVO GERAL

O objetivo geral deste trabalho é avaliar o papel da fauna na dispersão da espécie exótica *Hovenia dulcis* em uma área de Floresta Estacional Decidual.

2.2 OBJETIVOS ESPECÍFICOS

1. Identificar as espécies da fauna consumidoras, dispersoras primárias e secundárias de frutos e sementes de *Hovenia dulcis*;
2. Avaliar a remoção de frutos de *H. dulcis* pela fauna;
3. Avaliar a distância de dispersão de sementes de *H. dulcis*;
4. Testar a viabilidade das sementes dispersas pelos animais;
5. Estimar a disponibilidade de frutos de *H. dulcis* e analisar a disponibilidade de frutos de outras espécies;
6. Investigar a relação entre a frequência de espécies animais com a abundância da espécie invasora e a estrutura de vegetação

3 METODOLOGIA

3.1 ÁREA DE ESTUDO

Este trabalho foi realizado no Parque Estadual Fritz Plaumann, que está situado no município de Concórdia, no Estado de Santa Catarina, às margens do Rio Uruguai. O parque se encontra entre as coordenadas 27°16'18" e 27°18'57" de latitude Sul, 52°04'15" e 52°10'20" de longitude Oeste (FATMA, 2005).

De acordo com o Plano de Manejo (FATMA, 2005), o Parque está inserido no Domínio da Mata Atlântica, na região de transição entre a Floresta Estacional Decidual (FED) e a Floresta Ombrófila Mista (FOM), sendo esta última representada pela ocorrência de esparsos indivíduos remanescentes de *Araucaria angustifolia* (Velloso e Góes-Filho, 1982).

A Floresta Estacional Decidual, denominada por Klein (1972) como Floresta Estacional da Bacia do rio Uruguai, estendia-se por toda a Bacia e seus elementos mais característicos alcançavam o planalto, compondo o estrato arbóreo contínuo da Floresta Ombrófila Mista. Atualmente, na área do parque, a FED se encontra em regeneração, devido ao uso da terra anterior à criação do parque, em atividades de agricultura, pecuária, extração seletiva de madeira, entre outros. Segundo classificação feita pela FATMA (2005), a vegetação na área do parque é encontrada em diferentes estágios sucessionais: a capoeirinha é representada por uma área do parque onde foi eliminada toda a vegetação e atualmente se encontra em estágio inicial de regeneração; a capoeira representa a vegetação em estágio médio de regeneração; o capoeirão é uma área onde houve desmatamento seletivo, porém permanecem algumas árvores de grande porte; e a floresta secundária representa uma vegetação arbórea mais bem desenvolvida. A espécie *Hovenia dulcis* é encontrada em todos os estágios de sucessão neste parque (FATMA, 2005).

A Floresta Estacional Decidual (FED) apresenta uma altura média de mais de 30 metros. Uma de suas características mais marcantes, expressa em seu nome, é a perda de folhas em grande parte (mais de 50%) das árvores dominantes do estrato florestal superior durante a estação fria e seca (Hermes-Silva, 2008). A FED estende-se ao longo do curso médio e superior do rio Uruguai, em altitude mínima de 200 metros, e subindo seus múltiplos afluentes, até uma altitude de 600 a 800 metros. É caracterizada também por apresentar elevada porcentagem de espécies exclusivas, bem como um número pequeno de epífitas (Klein, 1972).

O Parque é a única Unidade de Conservação estadual que protege parte dos poucos remanescentes ainda existentes da Floresta Estacional Decidual, em função de todo processo de colonização e desenvolvimento da região. A Unidade de Conservação é parte das medidas compensatórias da criação da Usina Hidrelétrica Itá (UHE), tendo sido criada oficialmente através do Decreto Estadual nº 797, em 24 de setembro de 2003 como Parque Estadual Fritz Plaumann, em homenagem a este importante entomólogo e naturalista. O parque foi aberto para visitação pública apenas em 2007 (Hermes-Silva, 2008).

Com uma área total de 741,6 ha (1,6% da área do município de Concórdia), o Parque ocupa duas glebas de terra que foram separadas com o enchimento do reservatório da UHE Itá. Uma destas áreas é insular e possui aproximadamente 265 ha, enquanto a outra, com cerca de 476 ha, forma uma península compreendida entre as áreas alagadas dos rios Uruguai e dos Queimados (FATMA, 2005) (Figura 1).

Figura 1 – Localização do Parque Estadual Fritz Plaumann (PEFP), Estado de Santa Catarina, Brasil.

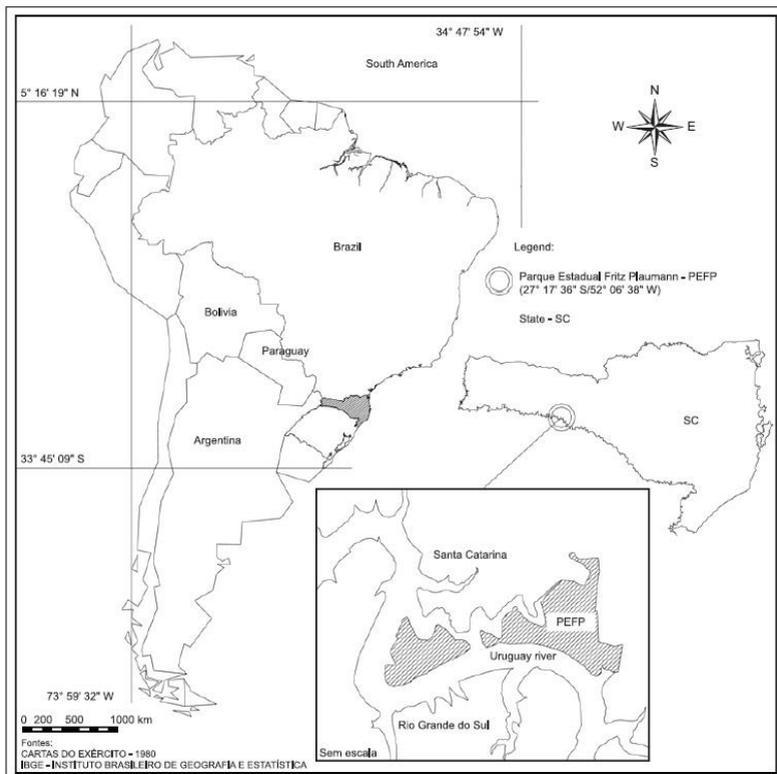


Figure 1. Location of the Parque Estadual Fritz Plaumann (PEFP) in Santa Catarina state, southern Brazil.

Fonte: Bastiani e Lucas (2013).

O tipo climático na região, segundo classificação de Thornthwaite, é mesotérmico úmido com pouco ou nenhum déficit de água. A temperatura média anual é de 19,6°C, variando aproximadamente 10°C em média conforme a sazonalidade, subindo de agosto a janeiro e declinando de fevereiro a julho (FATMA, 2005). Bastante comuns, as temperaturas mínimas absolutas abaixo de zero ocorrem entre os meses de maio e agosto (outono-inverno), época em que há ocorrência de geadas (Hermes-Silva, 2008).

A caracterização da vegetação e fauna da área do Parque corresponde a uma das principais demandas de atualização e refinamento, sobretudo para o manejo da própria UC. De uma forma geral, ambos os aspectos se caracterizam em composição e diversidade em função de um

ambiente já bastante alterado, tanto pelo histórico de uso das propriedades agrícolas existentes antes da criação do Parque quanto pelo próprio status de conservação da Floresta Estacional Decidual, numa escala temporal e espacial mais abrangente. A região perpassou basicamente aos processos de exploração madeireira e à expansão agropecuária sobre as florestas nativas que recobriam essa região (Hermes-Silva, 2008).

3.2 ESPÉCIE EM ESTUDO

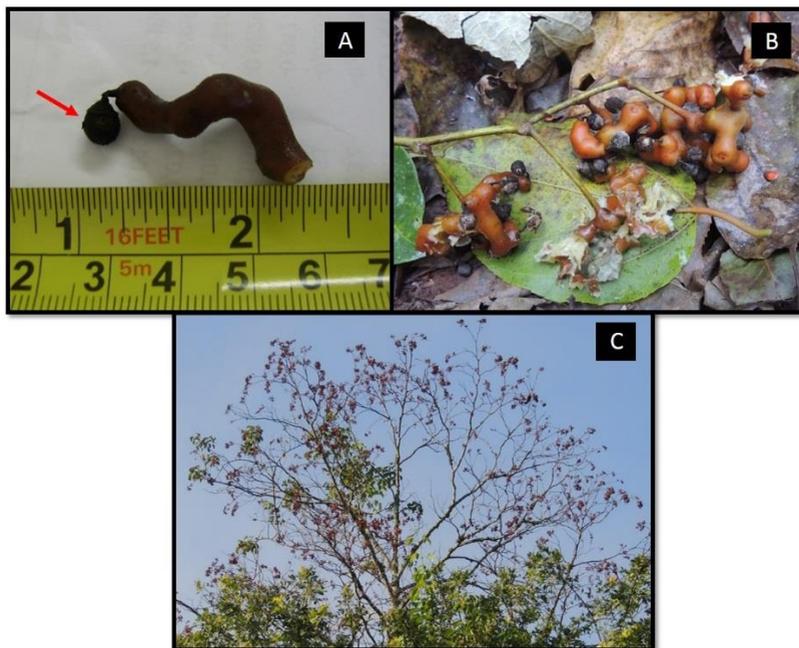
A espécie invasora *Hovenia dulcis* Thunberg é uma árvore da família Rhamnaceae e é conhecida popularmente como uva-do-japão. Esta espécie é nativa do Japão, Coréia e leste da China (Kopachon *et al.*, 1996). Fora da área de ocorrência, *H. dulcis* encontra-se em estado espontâneo ou cultivada no sudeste da Ásia, desde o Nepal até a Índia, no norte da Argentina e no Paraguai. No sul do Brasil, ela é largamente difundida pelo cultivo de forma isolada ou em pequenos talhões (Carvalho, 1994).

É uma árvore caducifólia, que pode chegar a 25 metros de altura, produz frutos secos na forma de cápsula globosa seca, com 6 mm a 7 mm de diâmetro, contendo de 2 a 4 sementes, preso ao um pedúnculo cor de canela, que se torna espessado e carnoso ao madurar, com sabor doce e agradável (Figura 2). A semente tem coloração alaranjada ou avermelhada quando recém-colhida e passando para marrom e preta com o tempo, mais ou menos circular, de 4 mm a 8 mm de diâmetro (Carvalho, 1994). Esta parte carnosa da planta serve de alimento para a fauna, por isso a dispersão de suas sementes é zoocórica (Instituto Hórus, 2011).

Hovenia dulcis foi introduzida em diversos países com finalidades florestais, ornamentais e como quebra-vento. No sul do Brasil, a uva-do-japão é plantada em pequenos talhões para produção de lenha destinada a secadores de erva-mate e de fumo, fornos, etc. (Carvalho, 1994). Na região de ocorrência da Floresta Estacional Decidual, agricultores utilizam a uva-do-japão como a única alternativa de recurso madeireiro para suas atividades. Devido as suas características de pioneira, a *Hovenia dulcis* tornou-se uma espécie invasora neste ecossistema (Siminski, 2009).

O pedúnculo carnoso tem aroma idêntico ao da pêra, sendo comumente chamado de fruto e tem boa aceitação para consumo humano, pois podem ser feitos sucos, vinho, vinagre e marmelada. Além disso, como é rico em sacarose, é utilizado para complementar a alimentação de suínos e aves (Carvalho, 1994).

Figura 2 – A) Fruto seco (seta) de *Hovenia dulcis* com pedúnculo carnosos; B) frutos consumidos pela fauna; e C) copa da árvore sem folhas e com frutos maduros.



Fonte: Autora.

A uva-do-japão floresce no Brasil de agosto a fevereiro e apresenta frutos maduros de março a outubro. Na Argentina, ela floresce de outubro a novembro e frutifica de maio até julho, em forma abundante. A queda das folhas ocorre a partir de abril ou maio até agosto (Carvalho, 1994). De acordo com observações preliminares em campo, o período de frutificação da espécie na área de estudo foi definido como sendo de maio a setembro.

Para efeitos de padronização, este estudo considerou o seguinte: a) frutos - o conjunto do fruto seco com sementes e o pseudofruto carnosos (já que os animais geralmente não separam estes itens); b) dispersores - animais capazes de transportar sementes ou frutos (com sementes e o pseudofruto), removendo-os a distâncias que podem variar de centímetros a quilômetros; c) consumidores - aquelas espécies que utilizam o pseudofruto e o fruto. Definiu-se como dispersor primário a espécie que

removeu o fruto direto da copa, e como dispersor secundário a espécie que removeu o fruto do chão da floresta.

3.3 DESENHO AMOSTRAL

Os experimentos e as observações do presente estudo foram realizadas em dez parcelas de 10 x 10m, distribuídas na parte peninsular do parque em áreas que apresentam um contínuo de sucessão vegetal, que podem ser classificadas em capoeira e capoeirão. A distância entre as parcelas é de no mínimo 100m entre si (Figura 3). As saídas de campo foram realizadas de maio a setembro em 2012 e de abril a setembro em 2013.

Figura 3 – Disposição das parcelas na área do Parque Estadual Fritz Plaumann.



Fonte: Autora.

3.4 REGISTRO DA FAUNA CONSUMIDORA DE *Hovenia dulcis*

O registro da fauna consumidora dos frutos de *Hovenia dulcis* na área de estudo foi realizado a partir de três métodos complementares:

- a) Observações focais: realizadas nos meses de julho e agosto (pico do período de frutificação) para registrar a avifauna consumidora dos frutos na copa de *Hovenia dulcis*. O método adotado (árvore-focal) se baseia em Galetti e colaboradores (2003)

e as observações foram realizadas a 10 metros de distância da árvore-focal (para não afugentar as aves), com auxílio de binóculos (Nikula® 8 x 30) e guia de identificação de aves (Sigrist, 2009). Cada árvore-focal foi observada nos períodos da manhã (7h às 11h) e no final da tarde (16h às 18h). O tempo total de observação foi de 48 horas, das quais 16 horas em 2012 e 32 horas em 2013. Foram selecionadas oito árvores que possuíam frutos maduros e com boa visualização da copa, geralmente perto das trilhas principais. Durante as observações foram anotados a espécie visitante e o destino dos frutos (derrubado, consumido, deslocado – se a ave voou levando o fruto). Apenas visitas com interação das aves com a planta é que foram computadas (baseado em Fadini, 2005).

b) Armadilhamento fotográfico: o levantamento de fauna também foi realizado por meio da utilização de armadilhas fotográficas digitais e analógicas marca Tigrinus® (Figura 4). Este equipamento consiste em uma câmera fotográfica convencional, acondicionada em uma caixa para proteção da intempérie e munida de um sensor infravermelho passivo. Quando um animal passa em frente da armadilha, o sensor detecta a mudança na intensidade de infravermelho e imediatamente ativa o disparo da câmera fotográfica. Foram utilizadas 10 armadilhas fotográficas, sendo seis digitais e quatro analógicas, as quais foram substituídas por digitais no segundo ano de estudo. Estas foram posicionadas voltadas para a base de árvores de *Hovenia dulcis*, visando fotografar os animais terrestres que se alimentam de frutos caídos no chão (Galetti *et al.*, 2003). As armadilhas foram distribuídas em dez parcelas na área de estudo. Duas destas armadilhas fotográficas foram posicionadas em frente à plataformas colocadas a 2 metros de altura nas árvores, para registrar os animais arborícolas que se alimentam da *Hovenia dulcis*. As armadilhas permaneceram em funcionamento de abril a setembro de 2012 e de 2013.

c) Observações livres: foram realizadas também observações pontuais da fauna consumindo e dispersando frutos e sementes de *H. dulcis* ao longo das trilhas percorridas durante as saídas de campo. Estas observações complementares foram levadas em consideração para determinar algumas espécies dispersoras.

Figura 4 – Armadilha fotográfica posicionada para a base de um indivíduo de *Hovenia dulcis* (A) e posicionada em frente a uma plataforma com frutos de *Hovenia dulcis* (B).



Fonte: Autora.

3.5 REMOÇÃO DE FRUTOS, DISTÂNCIA DE DISPERSÃO E DISPERSORES EFETIVOS

3.5.1 Avaliação da distância de dispersão com o uso de carretéis

Para avaliar a que distância as sementes de *Hovenia dulcis* são levadas e seu destino ao final da dispersão foram utilizados carretéis de linha presos aos frutos (Figura 5) com metodologia modificada de Forget e Milleron (1991) e de Donatti (2004). Cincos carretéis com frutos foram depositados em frente de cada uma das 10 armadilhas fotográficas voltadas para a base da planta. O experimento foi verificado a cada 30 dias e os frutos classificados segundo seu destino, seguindo Peres e Baider (1997): (1) não deslocados e intactos; (2) não deslocados e consumidos (o barbante está no local, mas o fruto foi consumido); (3) deslocado (quando no final do barbante não se encontra o fruto); (4) efetivamente dispersadas (fruto deslocado e ainda preso ao barbante).

O acompanhamento foi realizado durante todo o período de frutificação da uva-do-japão, de maio a setembro, tanto em 2012 quanto em 2013. Os carretéis eram revisados uma vez ao mês, e os pseudofrutos eram trocados sempre que sua aparência e odor demonstravam que já não estavam mais frescos, e também quando eram consumidos e/ou levados. A distância de deslocamento foi medida em linha reta, do local da instalação do experimento até o local onde o fruto foi encontrado.

Figura 5 – Carretel de linha preso ao pseudofruto de *Hovenia dulcis*, para avaliar a distância de dispersão.



Fonte: Autora.

3.5.2 Coleta de fezes e sementes

Para avaliar a dispersão e distância de deslocamento de sementes, fezes de animais também foram coletadas e avaliadas. Foram instalados quatro (4) coletores de sementes por parcela, totalizando 40 coletores de 60 x 60cm, colocados a 50cm do solo. Vinte coletores foram posicionados embaixo da copa de indivíduos de *Hovenia dulcis* frutificando, para coletar frutos/sementes derrubados ou defecados por aves, e outros 20 coletores foram posicionados à 10 metros destes indivíduos de *H. dulcis*, embaixo de árvores poleiro. As árvores poleiro foram escolhidas por terem de 3 a 4 metros de altura, com poucas folhas e galhos e ramos proeminentes para o pouso de aves e por não apresentarem frutos. Os coletores foram revisados a cada 30 dias, durante os períodos de frutificação de *H. dulcis* de 2012 e 2013. Além disso, foram percorridas as trilhas existentes na vegetação em diferentes estágios sucessionais para coletar todas as fezes encontradas no chão, e foi avaliada a presença e frequência de sementes de *H. dulcis* nas fezes. Para cada amostra fecal coletada foi medida a distância (em linha reta) do indivíduo frutificando mais próximo, foi feita a diferenciação entre fezes de aves ou mamíferos

e, quando possível, determinada de qual espécie pertencia, através das características das fezes como tamanho, formato e odor.

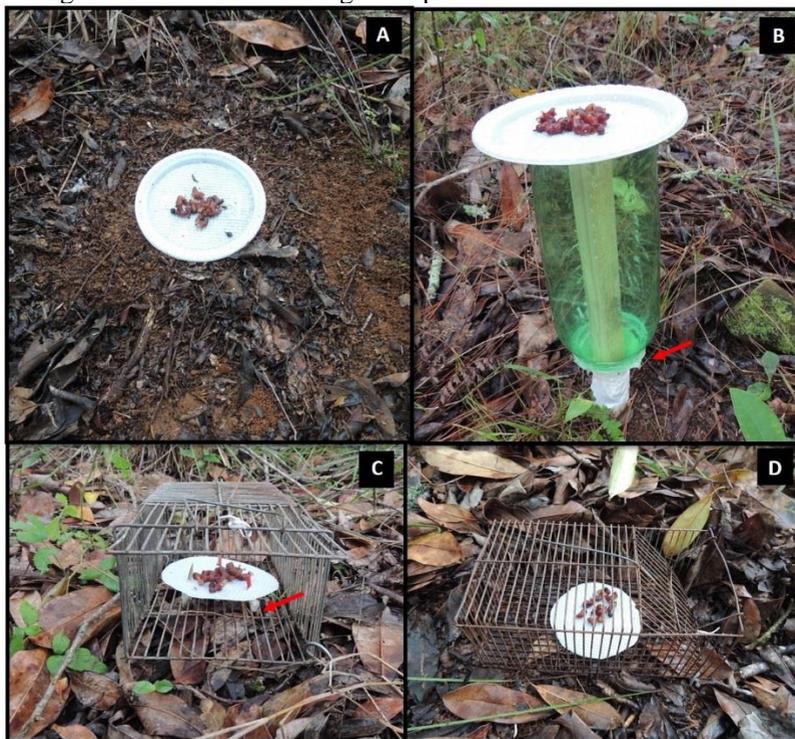
3.5.3 Experimentos de remoção com gaiolas de exclusão

A remoção de frutos foi avaliada experimentalmente com a exclusão de alguns grupos animais, permitindo o acesso apenas a um determinado grupo, o que poderá indicar a importância destes animais na remoção de frutos (Pizo e Oliveira, 1999). Foram instaladas duas estações de remoção por parcela, espaçadas a 10 metros, cada uma com quatro tratamentos (Figura 6), espaçados 2m entre si. Em cada tratamento foram colocados 10 frutos com o pseudofruto junto. A proporção de frutos removidos foi contabilizada após 10 dias do início do experimento, sendo realizado no mês de julho de 2013. Os tratamentos foram adaptados de Galetti e colaboradores (2003), conforme descrito abaixo:

- 1- Aberto (controle): frutos colocados sobre um prato de plástico, no solo da floresta. Permite o acesso de qualquer animal (mamíferos, aves e invertebrados) aos frutos (Figura 6 A).
- 2- Acesso a grandes mamíferos: frutos colocados sobre um prato de plástico, fixado em cima de uma garrafa PET a 40cm do solo, com aplicação de Tangle-Trap® (substância colante) na base da garrafa para evitar o acesso de formigas e outros invertebrados (Blaney e Kotanen, 2001) (Figura 6 B).
- 3- Acesso a pequenos mamíferos: frutos colocados em pratos de plástico fixados sobre três hastes de madeira (palito de churrasco) a 5cm do solo, dentro de gaiolas metálica com dimensões de 26 x 10,5 x 14cm e com abertura de 14 x 10,5cm (armadilha do tipo Young adaptadas; Figura 6 C). Para evitar o acesso de formigas, foi aplicado Tangle-Trap® nas hastes de madeira.
- 4- Acesso a formigas: frutos colocados sobre um prato de plástico e este dentro de uma gaiola metálica fechada (armadilha do tipo Young; Figura 6 D).

A substância utilizada no experimento para evitar o acesso das formigas e outros insetos é Tangle-Trap® Sticky Coating - Paste formula - Sticky compound for insect traps, da marca Tanglefoot®.

Figura 6 – Experimento de remoção de frutos: A) controle; B) acesso a grandes mamíferos; C) acesso a pequenos mamíferos; e D) acesso a formigas. Seta: detalhe da Tangle-Trap.



Fonte: Autora

3.5.4 Dispersão por formigas

Para determinar se formigas atuam como dispersoras de *Hovenia dulcis*, foram realizadas observações de colônias de formigas, para verificar se os frutos e/ou sementes da espécie são removidos para os ninhos (Servigne e Detrain, 2008). Para isso, foram colocados seis frutos com pseudofruto à 15cm da entrada de três ninhos de formigas da espécie *Atta sexdens* e os comportamentos das formigas classificados segundo Passos e Ferreira (1996): 1) examinar o fruto; 2) cortar ou mastigar o fruto; 3) tentativa de remover o fruto; e 4) remover o fruto. Cada ninho foi observado durante 45 min e o experimento foi realizado em julho de 2013.

3.6 VIABILIDADE DE SEMENTES DISPERSAS

As sementes dispersas pelas fezes de animais foram avaliadas quanto à viabilidade por testes de germinação. As fezes coletadas nas trilhas e nos coletores de sementes foram lavadas em água corrente sobre uma peneira de malha fina. Após secas ao ar livre, as sementes foram colocadas para germinar em casa de vegetação, em bandejas com substrato de vermiculita (Galetti *et al.*, 2003). Também foi realizado um experimento denominado controle da germinação, utilizando o mesmo número de sementes encontradas nas fezes, porém que não passaram pelo trato digestivo dos animais. Estas sementes foram obtidas de frutos encontrados no chão da floresta, evitando-se, porém, os frutos que estavam em estágio de apodrecimento ou com fungos.

3.7 DISPONIBILIDADE DE FRUTOS

3.7.1 Estimativa da oferta de frutos de *Hovenia dulcis*

A disponibilidade de frutos maduros de *Hovenia dulcis* para a fauna terrestre foi estimada para as duas estações de frutificação, de 2012 e 2013, utilizando 20 coletores de sementes que foram posicionados embaixo da copa de 20 plantas de *H. dulcis*, sendo dois indivíduos de *H. dulcis* frutificando por parcela (ver item 3.4.2). Os coletores possuíam uma área de 0,36m² e, a partir da queda de frutos na área dos coletores, a oferta de frutos foi estimada para uma área de 1m², representando os frutos disponíveis para a fauna que os consomem no solo.

3.7.2 Período de oferta de frutos de outras espécies

Seguindo os levantamentos feitos por Dechoum (dados não publicados) e Siminski (2009) no Parque, foi feita uma pesquisa bibliográfica para determinar o período de frutificação de espécies arbóreas que possuem síndrome de dispersão zoocórica. A partir destes dados, foi possível determinar se existem outras espécies fornecendo alimento para os frugívoros dentro das 10 parcelas estudadas, ou seja, se o período de frutificação dessas espécies se sobrepõem com o da *Hovenia dulcis*.

As fontes de pesquisa foram a Flora Ilustrada de Santa Catarina (Klein, 1984; Reitz, 1996; Delprete *et al.*, 2005), e os três volumes dos livros Árvores Brasileiras: manual de identificação e cultivo de plantas arbóreas do Brasil (Lorenzi, 2002a; Lorenzi, 2002b; Lorenzi, 2009).

3.8 RELAÇÃO ENTRE FAUNA E ESTRUTURA DA VEGETAÇÃO

Para avaliar se a frequência de espécies da fauna responde à estrutura da vegetação e à presença da espécie invasora, foram utilizados os dados obtidos por Dechoum (dados não publicados), que, concomitantemente ao presente estudo, avaliou a vegetação das parcelas estudadas. Foram quantificados a densidade total de árvores na parcela, a abundância de *Hovenia dulcis*, a riqueza total de espécies arbóreas, a altura média das espécies arbóreas, a área basal média das espécies arbóreas. Em seguida, estes dados foram analisados conjuntamente com os registros das espécies animais nas parcelas, para determinar se a presença e frequência da fauna é determinada pelas características da vegetação.

3.9 ANÁLISE DE DADOS

O sucesso de captura das espécies da fauna registradas nas parcelas pelas armadilhas fotográficas foi calculado através do número de registros (fotos) de cada espécie em cada parcela dividido pelo esforço amostral (número de armadilhas-dia) realizado nesta mesma parcela. Com o objetivo de obter uma independência estatística dos dados, os registros nas armadilhas fotográficas de uma mesma espécie em uma mesma parcela, obtidos no mesmo dia e com um intervalo menor de uma hora foram considerados como registros únicos para evitar replicações de um mesmo indivíduo, conforme Yasuda (2004).

Para analisar se houve diferença na remoção de frutos no experimento de exclusão com gaiolas, foi realizada uma análise de variância com permutações (PERMANOVA), uma vez que os dados obtidos não mostraram distribuição normal nem homocedasticidade (Vieira, 2006). A análise foi realizada através do programa R (R DEVELOPMENT CORE TEAM, 2012), com o pacote “lmPerm” (Wheeler, 2010).

Para analisar a distância de dispersão através do experimento com carretéis foi utilizada apenas estatísticas descritivas para a síntese dos dados. Para testar se houve diferença na germinação entre as sementes encontradas nas fezes de animais e as sementes do controle foi realizado um sorteio de uma semente por amostra fecal e por controle, e a germinação foi comparada utilizando o qui-quadrado (Zar, 2009). Para estimar a oferta de frutos de *Hovenia dulcis* nos meses de frutificação, foi calculada uma média dos frutos encontrados nos coletores embaixo das

copas, por indivíduo e por mês. Para estimar a oferta de frutos por parcela foi calculada a média do número de frutos por indivíduo de *H. dulcis* por parcela. Como esta média corresponde aos frutos coletados na área de 0,36m² do coletor, depois o número obtido foi estimado para 1m².

Uma análise de componentes principais (PCA) foi realizada para estudar se as unidades amostrais são segregadas quando analisadas em relação à estrutura da vegetação, utilizando matriz de correlação (Legendre e Legendre, 1998). As variáveis que descrevem a vegetação são: densidade total de árvores, riqueza total de árvores, abundância de *Hovenia dulcis*, altura média das árvores e área basal média das árvores (ver Anexo A). E as variáveis relacionadas à fauna são: riqueza de mamíferos e riqueza de aves.

As variáveis que caracterizam a vegetação foram transformadas por padronização. Para relacionar essas variáveis da vegetação com as espécies registradas em cada parcela, foi realizada uma análise de correspondência canônica (CCA). Primeiramente, a análise de correspondência canônica foi realizada com todas as variáveis que descrevem a vegetação. Porém, a relação entre estas variáveis com as espécies da fauna não foi significativa ($p > 0,05$). Assim, foi verificada a colinearidade entre as variáveis através do *Variance Inflation Factor* (VIF), onde foi feita uma seleção das variáveis com menor correlação entre si, que resultou na escolha das seguintes: densidade total, abundância de *Hovenia dulcis*, e riqueza total em cada parcela. Desta forma, uma nova CCA foi realizada com estas três variáveis e as espécies da fauna (Legendre e Legendre, 1998).

A análise de componentes principais (PCA) e a análise de correspondência canônica foram realizadas através do programa R (R Development Core Team, 2012), utilizando-se o pacote “vegan” (Oksane *et al.*, 2013).

4 RESULTADOS

4.1 REGISTRO DA FAUNA CONSUMIDORA DE *Hovenia dulcis*

Durante os períodos de frutificação da uva-do-japão em 2012 e 2013, totalizou-se um esforço amostral de 2305 armadilhas-dia (Tabela 1), sendo registradas 28 espécies animais, sendo 12 espécies de mamíferos (Tabela 2) e 16 de aves (Tabela 3). O roedor silvestre não foi identificado no nível de espécie, sendo classificado na família Cricetidae. Além das espécies identificadas nas fotos das armadilhas fotográficas, mais duas espécies de aves foram registradas nas observações focais, totalizando 30 espécies registradas. No total, sete espécies consumiram frutos de *Hovenia dulcis*. São elas: *Cerdocyon thous* (graxaim), *Dasyopus novemcinctus* (tatu-galinha), *Guerlinguetus ingrami* (serelepe), *Nasua nasua* (quati), *Penelope obscura* (jacuaçu) (Figura 7), *Pyroderus scutatus* (pavó) e *Trogon surrucura* (surucuá-variado).

Tabela 1 – Resultados do monitoramento de animais com armadilhas fotográficas por parcela, no Parque Estadual Fritz Plaumann, em 2012 e 2013.

Parcela	Esforço amostral (armadilha-dia)	Número de registros (fotos)	Número de espécies registradas	Sucesso de captura
6	233	8	6	0,034
8	230	99	16	0,430
16	233	4	4	0,017
35	233	6	3	0,026
36	233	6	3	0,026
37	233	106	13	0,455
48	211	16	5	0,076
51	234	86	17	0,368
57	231	6	3	0,026
TA	234	18	6	0,077

Fonte: Autora

As cinco primeiras espécies consumidoras podem desempenhar o papel de dispersores secundários, pois consomem os pseudofrutos e frutos do chão, e os dois últimos podem ser dispersores primários, pois retiram os frutos diretamente da copa da árvore para consumo. Assim, 33,3% das espécies de mamíferos e 18,7% das espécies de aves registradas foram registradas consumindo frutos de *Hovenia dulcis* e são possíveis dispersoras desta espécie.

Uma lista de espécies de mamíferos e outra de aves foram geradas para contribuir com informações sobre as espécies presentes no Parque Estadual Fritz Plaumann (Tabelas 2 e 3).

Tabela 2 – Espécies de mamíferos registradas por armadilhas fotográficas no Parque Estadual Fritz Plaumann, em 2012 e 2013.

Ordem	Família	Nome científico	Nome popular	Número de registros	Sucesso de captura
Artiodactyla	Cervidae	<i>Mazama nana</i>	Veado-cambuta	39	0,17
Carnivora	Felidae	<i>Leopardus tigrinus</i>	Gato-do-mato-pequeno	2	0,009
		<i>Leopardus wiedii</i>	Gato-maracajá	4	0,017
		<i>Puma yagouaroundi</i>	Gato-mourisco	1	0,004
	Canidae	<i>Cerdocyon thous</i>	Graxaim	20	0,087
	Procyonidae	<i>Nasua nasua</i>	Quati	20	0,087
		<i>Procyon cancrivorus</i>	Mão-pelada	3	0,013
Primates	Cebidae	<i>Sapajus nigritus</i>	Macaco-prego	13	0,058
Rodentia	Cuniculidae	<i>Cuniculus paca</i>	Paca	6	0,026
		(não identificado)	Rato silvestre	1	0,004
	Sciridae	<i>Guerlinguetus ingrami</i>	Serelepe	3	0,013
Xenarthra	Dasypodidae	<i>Dasybus novemcinctus</i>	Tatu-galinha	60	0,258
Total				172	

Fonte: Autora.

Tabela 3 – Aves registradas por armadilhas fotográficas no Parque Estadual Fritz Plaumann, em 2012 e 2013 (*espécies registradas por observação focal).

Ordem	Família	Nome científico	Nome popular	Número de registro de captura	Sucesso de captura	Consumo de H. dulcis
Columbiformes	Columbidae	<i>Leptotila rufaxilla</i>	Juriti-gemeadeira	23	0,099	-
		<i>Leptotila verreauxi</i>	Juriti-pupu	3	0,013	-
Galliformes	Cracidae	<i>Penelope obscura</i>	Jacuaçu	17	0,073	Sim
Gruiformes	Rallidae	<i>Aramides saracura</i>	Saracura-do-mato	8	0,034	-
		<i>Conopophaga lineata</i>	Chupa-dente	10	0,043	-
Passeriformes	Conopophagidae	<i>Cyanocorax chrysops</i>	Gralha-picaça	2	0,009	-
	Corvidae	<i>Pyroderus scutatus*</i>	Pavó	1	-	Sim
	Dendrocolaptidae	<i>Dendrocolaptes</i>	Arapaçu-grande	1	0,004	-
	Thraupidae	<i>Lanio melanops</i>	Tiê-de-topete	1	0,004	-
		<i>Saltator similis</i>	Trinca-ferro-verdadeiro	2	0,009	-
		<i>Tachyphonus coronatus</i>	Tiê-preto	1	0,004	-
	Turdidae	<i>Turdus leucomelas</i>	Sabiá-barranco	49	0,212	-
		<i>Turdus albicollis</i>	Sabiá-coleira	3	0,013	-
Strigiformes	Strigidae	<i>Turdus rufiventris</i>	Sabiá-laranjeira	60	0,258	-
		<i>Megascops</i> sp.	Corujinha	1	0,004	-
Tinamiformes	Tinamidae	<i>Crypturellus tataupa</i>	Inhambu-chintã	1	0,004	-
		<i>Crypturellus obsoletus</i>	Inhambuaguçu	1	0,004	-
Trogoniformes	Trogonidae	<i>Trogon surrucura*</i>	Surucuiá-variado	1	-	Sim
Total				185		

Fonte: Autora.

Figura 7 – Espécies registradas consumindo frutos/pseudofrutos de *Hovenia dulcis*: A) *Cerdocyon thous*; B) *Dasyurus novemcinctus*; C) *Guerlinguetus Ingrami*; D) *Nasua nasua*; E e F) dois indivíduos de *Penelope obscura*.



Fonte: Autora.

Em relação às observações livres, em duas saídas de campo foram encontradas formigas cortadeiras carregando sementes de *Hovenia dulcis* pelo chão da floresta, identificadas como pertencentes à espécie *Atta sexdens*.

4.2 REMOÇÃO DE FRUTOS, DISTÂNCIA DE DISPERSÃO E DISPERSORES EFETIVOS

4.2.1 Avaliação da distância de dispersão com uso de carretéis

A distância de dispersão de sementes, neste caso dos pseudofrutos com frutos e sementes, foi avaliada nos experimentos com carretéis de linha presos ao pseudofruto (Figura 8). Cada uma das dez parcelas continha cinco carretéis, que foram revisados e seus frutos substituídos em cada saída (11), totalizando 550 repetições. Os destinos dos pseudofrutos amarrados aos carretéis foram classificados de acordo com Peres e Baidier (1997): 91,6% não sofreram alteração (não deslocados e intactos), 4,7% foram consumidos porém não deslocados, 2,7% foram consumidos e deslocados (fruto não encontrado ao final do barbante), 0,9% efetivamente dispersos (deslocado e ainda preso ao barbante). A distância média dos frutos dispersos e dos deslocados juntos foi de 1,04m, variando de 8,7m a 0,35m da posição inicial.

Figura 8 – Indivíduo de *Cerdocyon thous* interagindo com um carretel de linha com fruto de *Hovenia dulcis*.



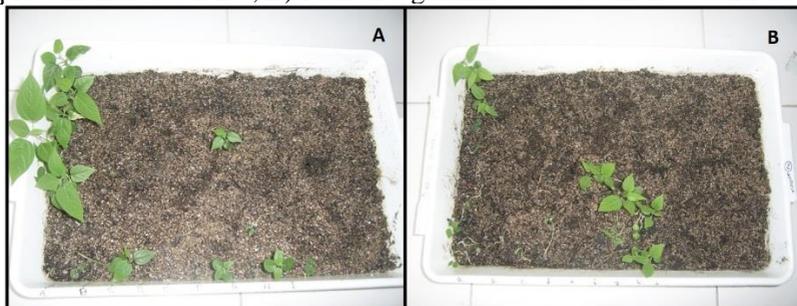
Fonte: Autora.

4.2.2 Dispersão de sementes por fezes e viabilidade das sementes

A dispersão de sementes através das fezes dos animais consumidores foi analisada com a coleta de fezes encontradas ao longo das trilhas do parque. Aproximadamente 7 km de trilhas foram percorridas a cada saída, foram realizadas 20 saídas no total (10 por ano), e 27 fezes foram encontradas nestas trilhas. Destas, 10 continham sementes de *Hovenia dulcis* e se encontravam em média a 10,8m de distância de indivíduos maduros de *H. dulcis*, variando de 1 a 26m. O total de sementes somadas encontradas nas fezes foi de 73, sendo que a amostra fecal com maior número de sementes (n=53) pertencia a um graxaim (*Cerdocyon thous*). Não houve diferença entre a germinação das sementes provenientes das fezes e as do controle ($\chi^2=0,232$; $p>0,05$; $gl=1$) (Figura 9), sugerindo que a passagem pelo processo digestivo de animais não influencia a germinação das sementes de *Hovenia dulcis*.

Os graxains consumiram tanto pseudofrutos (a parte carnosa) quanto os frutos (secos), pois foram encontradas 53 sementes na amostra fecal coletada e identificada como pertencente à esta espécie. Como as sementes presentes nas fezes estavam intactas e germinaram, podem ser considerados então dispersores de sementes de *Hovenia dulcis*.

Figura 9 – A) Plântulas de *Hovenia dulcis* germinadas das sementes provenientes das fezes; B) Plântulas germinadas das sementes controle.



Fonte: Autora.

As fezes encontradas no chão das trilhas que pertenciam a aves representam 30% (n=8) do total de fezes encontradas. Nenhuma destas amostras fecais continha sementes de *H. dulcis*, porém, em três destas haviam sementes de aroeira (*Schinus terebinthifolus*). Não foram observadas sementes de outras espécies, pois foi realizada apenas uma

busca visual por sementes de *H. dulcis*, e as sementes de aroeira se destacaram nas fezes de aves.

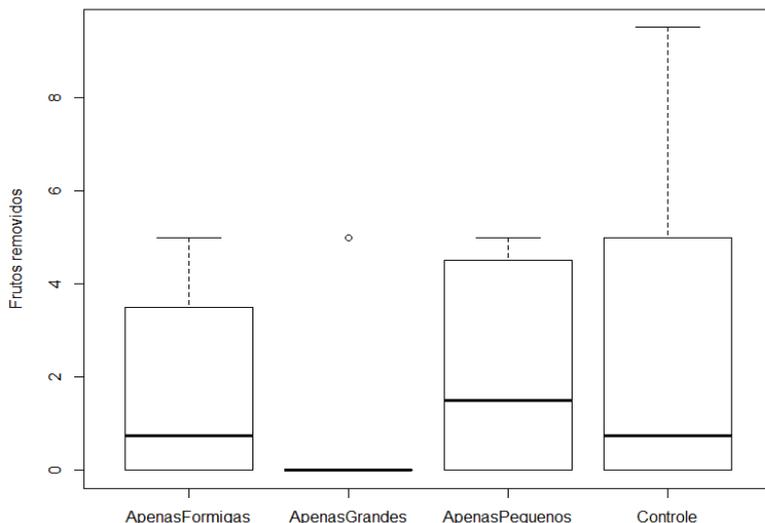
Nos coletores posicionados embaixo da copa dos indivíduos de *H. dulcis* foi encontrada apenas uma amostra fecal pertencente a aves, na parcela 16, que não continha sementes. Já nos coletores posicionados embaixo de árvores poleiros situados à 10m de distância de indivíduos de *H. dulcis*, foram encontradas duas fezes pertencentes a aves, ambas na parcela 37, entretanto nenhuma continha sementes.

4.2.3 Experimentos de remoção com gaiolas de exclusão

Para analisar a intensidade de remoção de frutos e definir que grupos animais são os principais responsáveis por esta remoção, e possivelmente dispersores, foi realizado um experimento utilizando gaiolas de exclusão. O controle é aquele onde qualquer animal tem acesso aos frutos (frutos expostos no chão da mata); o tratamento “apenas grandes” é aquele que permite acesso aos grandes mamíferos (maiores de 40 cm de altura) e às aves; o tratamento “apenas pequenos” dá acesso apenas aos pequenos mamíferos (roedores e pequenos marsupiais); e o tratamento “apenas formigas” dá acesso apenas às formigas e outros invertebrados.

Foi constatado que os tratamentos e o controle não diferiram entre si no número de frutos removidos ($F= 1,403$; $p= 0,258$; $gl=3$), ou seja, não há um grupo animal que se destaca como removedor dos frutos de *H. dulcis* (Figura 10).

Figura 10 – Número de frutos de *Hovenia dulcis* removidos por tratamento (a linha central representa a mediana, as caixas representam 50% dos valores centrais da distribuição, as barras os valores mínimo e máximo e o ponto representa o valor “outlier”).



Fonte: Autora.

4.2.4 Dispersão por formigas

Foram escolhidos três ninhos da espécie *Atta sexdens*, no chão, onde foram colocados seis frutos com pseudofrutos para observação da remoção. Em todos os três ninhos as formigas (tanto soldados quanto operárias) demonstraram o comportamento de examinar os frutos e pseudofrutos com as antenas, em apenas um dos ninhos foi observado que as formigas (soldados) cortaram e/ou mastigaram o pseudofruto, em dois ninhos os soldados tentaram remover os frutos, porém estavam direcionando para fora do carreiro (trilha feita pelas formigas que leva ao ninho), e em apenas um ninho as formigas removeram os frutos para fora do carreiro.

Foram encontrados em campo dois ninhos abandonados de formigas com plântulas de *Hovenia dulcis* germinadas (Figura 11). Não foi possível determinar as espécies de formigas das quais os ninhos pertenciam.

Figura 11 – Ninho de formigas abandonado com plântulas de *Hovenia dulcis* germinando.



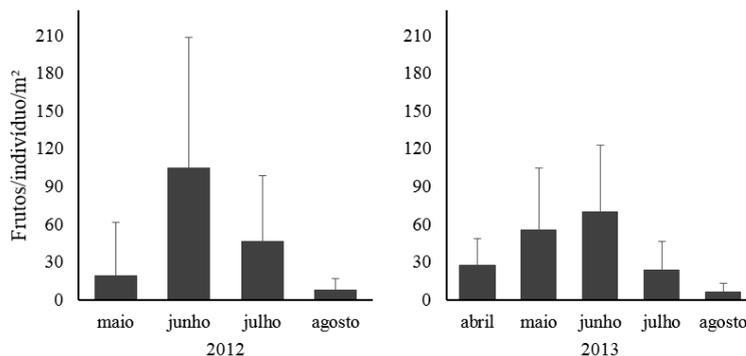
Fonte: Autora.

4.3 DISPONIBILIDADE DE FRUTOS

4.3.1 Estimativa da oferta de frutos de *Hovenia dulcis*

A queda de frutos de *Hovenia dulcis* variou entre as parcelas e entre os anos de 2012 e 2013 (Figura 12). A parcela 8 apresentou o maior número de frutos por indivíduo e por metro quadrado em 2012 e a parcela 51 apresentou o maior número de frutos em 2013. Foi observado em campo que, visualmente, os frutos da uva-do-japão eram os mais abundantes ao longo das trilhas percorridas e também no chão da floresta, durante o período do estudo.

Figura 12 – Queda de frutos de *Hovenia dulcis*, por m², nos meses de frutificação de 2012 e 2013 (as linhas sobre as barras representam os desvios padrões).



Fonte: Autora

4.3.2 Disponibilidade de frutos de outras espécies

A partir dos dados de Dechoum (dados não publicados) foi produzida uma lista de espécies arbóreas que ocorrem na área de estudo, delimitada pelas espécies presentes nas parcelas do presente estudo. Esta lista apresentou 52 espécies, das quais 39 foram classificadas como zoocóricas, ou seja, tem suas sementes dispersas por animais. Destas, três espécies são exóticas, são elas: *Citrus reticulata*, *Morus nigra* e *Persea americana*, além da *Hovenia dulcis*.

Das 39 espécies zoocóricas presentes nas parcelas, foram encontrados na literatura os dados sobre o período de frutificação de 23 espécies. Destas, 15 espécies apresentam seu período de frutificação com sobreposição de pelo menos dois meses com a frutificação de *Hovenia dulcis* (Tabela 4). Estas espécies apresentam frutos com polpa, algumas escassas, ou alguma outra estrutura, como arilo em sementes, que atraem aves ou mamíferos (Klein, 1984; Reitz, 1996; Delprete *et al.*, 2005; Lorenzi 2002a, 2002b, 2009). Uma média de cinco indivíduos destas espécies que frutificam no mesmo período da *H. dulcis* foi encontrada por parcela e a parcela que apresentou o maior número destes indivíduos foi a P16, com 29 indivíduos, e a parcela P35 não possuía nenhum indivíduo.

Tabela 4 – Lista de espécies vegetais arbóreas presentes nas parcelas que possuem frutificação sobreposta à da *Hovenia dulcis*. (Legenda: L. 2002a – Lorenzi 2002a; L. 2002b – Lorenzi 2002b; L. 2009 – Lorenzi 2009; K. 1984 – Klein, 1984; R. 1996 – Reitz, 1996; D. *et al.* 2005 – Delprete *et al.* 2005).

Família	Espécie	Nome Popular	Frutificação	Fonte
Anacardiaceae	<i>Schinus terebinthifolius</i> Raddi	aroeira	janeiro a julho	L. 2002a
Arecaceae	<i>Syagrus romanzoffiana</i> (Cham) Glassman	jerivá	fevereiro a agosto	L. 2002a
Apocynaceae	<i>Tabernaemontana catharinensis</i> DC.	leiteira, jasmim	maio, junho	L. 2009
Cannabaceae	<i>Celtis ehrenbergiana</i> (Klotzsch) Liebm.	espório-de-galo	julho a setembro	L. 2009
Lauraceae	<i>Endlicheria paniculata</i> (Spreng.) J.F. Macbr.	canela-frade	maio a julho	L. 2002b
Lauraceae	<i>Ocotea diospyrifolia</i> (Meisn.) Mez	canela-amarela	a partir de maio	L. 2002b
Lauraceae	<i>Ocotea odorifera</i> (Vell.) Rohwer	canela-sassafrás	variável, mais intenso de abril a junho	L. 2002a
Meliaceae	<i>Guarea macrophylla</i> Vahl	pau-de-arco	junho a outubro	L. 2009
Meliaceae	<i>Trichilia elegans</i> A. Juss.	catiguá	abril a julho	K. 1984
Moraceae	<i>Brosimum glaziovii</i> Taub.	leiteiro	junho e julho	L. 2009
Rosaceae	<i>Prunus myrtifolia</i> (L.) Urb.	pessegueiro-bravo	julho a dezembro	R. 1996
Rubiaceae	<i>Randia armata</i> (Sw.) DC.	limoeiro-do-mato	maio a julho	D. <i>et al.</i> 2005
Rutaceae	<i>Zanthoxylum rhoifolium</i> Lam.	mamica-de-cadela	março a junho	L. 2002a
Sapindaceae	<i>Allophylus petiolulatus</i> Radlk.	vacum, бага-de-morcego	abril a junho	L. 2009

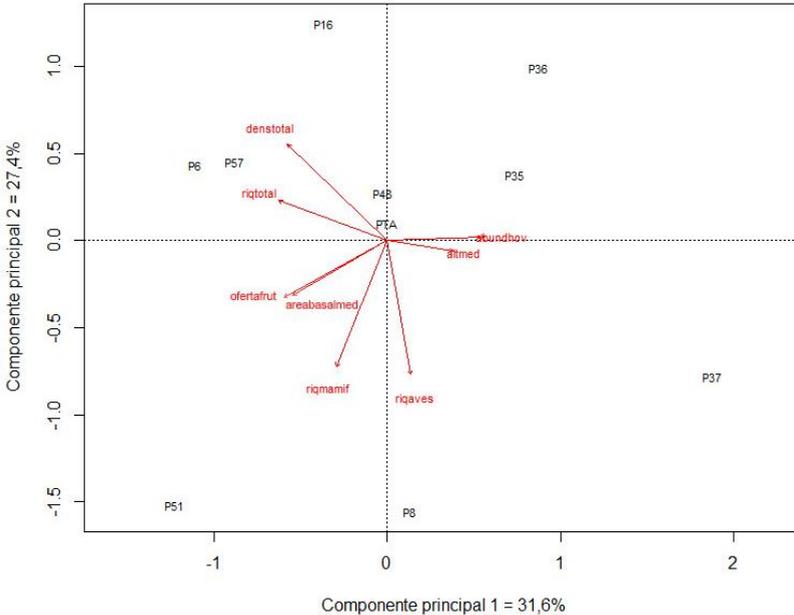
Fonte: Autora.

4.4 RELAÇÃO ENTRE FAUNA E ESTRUTURA DA VEGETAÇÃO

Através da análise dos dois principais eixos da análise de componentes principais (PCA) foi possível explicar 60% da variação dos dados entre as parcelas (Figura 14). O eixo 1 explicou 31,6% da variância ($Z = 2,532$) e as variáveis mais importantes neste eixo foram a riqueza total de árvores (correlação= -0,449), a área basal média das árvores (correlação= -0,428), a densidade total de árvores (correlação= -0,412) e, na direção oposta, a abundância de *Hovenia dulcis* (correlação= 0,404). O eixo 2 explicou 27,4% da variância ($Z = 2,191$) e as variáveis mais importantes neste eixo foram a riqueza de aves (correlação= -0,593), riqueza de mamíferos (correlação = -0,557) e a densidade total de árvores (correlação = 0,427). O anexo B contém os valores de correlação de todas as variáveis.

A análise de componentes principais demonstra que as parcelas são diferentes entre si (Figura 13), ou seja, há uma variação entre elas. De acordo com o gráfico, as parcelas que apresentaram maior abundância de *H. dulcis* não são as mesmas com a maior oferta de frutos, mas sim aquelas com maior área basal. E as parcelas com maior densidade e riqueza total de árvores apresentaram menor altura média e abundância de *H. dulcis*.

Figura 13 – Análise de componentes principais das variáveis da vegetação e da fauna (Legenda: densidade total = denstotal; riqueza total = riqttotal; altura média = altmed; área basal média = areabasalméd; abundância de *Hovenia dulcis* = abundhov; riqueza de mamíferos = riqmamif; e riqueza de aves = riqaves).



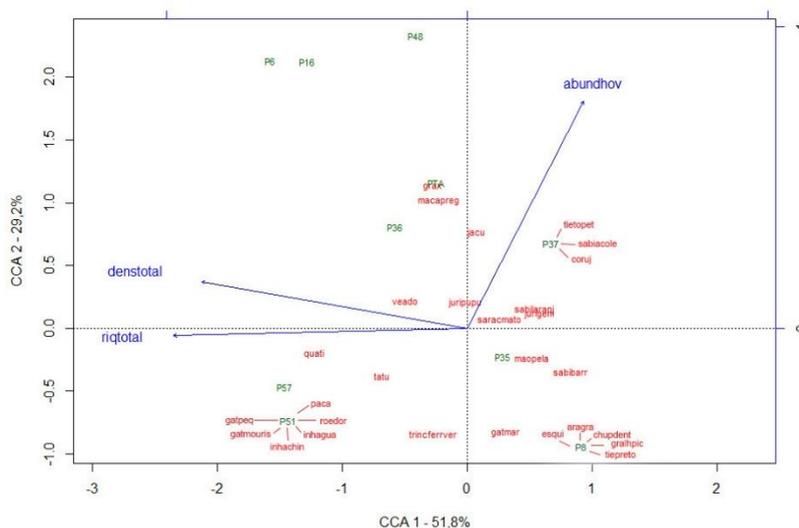
Fonte: Autora.

A análise de correspondência canônica mostra que as três variáveis da vegetação representadas (densidade total de árvores, riqueza total de árvores e abundância de *Hovenia dulcis*) conseguiram explicar 66,5% (variância total=1,392; variância constringida=0,926), ou seja, boa parte da variância dos dados, deixando apenas 33,5% da variância dos dados sem explicação (ruído) (Figura 14).

As proporções de variância que os dois primeiros eixos explicam são CCA1: 51,8% ($F=6,186$; $p<0,05$) e CCA2: 29,2% ($F=3,487$; $p<0,01$). Ou seja, somados, os dois eixos representam 81% da relação entre as variáveis da vegetação com as espécies da fauna. Além disso, o teste de permutação de Monte Carlo indicou uma correlação significativa entre a presença das espécies nas parcelas e as variáveis da vegetação utilizadas ($F=3,982$; $p<0,05$).

O primeiro eixo de ordenação, responsável pela maior parte da variância encontrada, correlacionou-se principalmente com as variáveis riqueza total (score= -0,977) e densidade total (score= -0,884). No segundo eixo canônico, a variável abundância de *Hovenia dulcis* (score= 0,752) foi a mais correlacionada. Porém, segundo o teste de permutação de Monte Carlo, a variável mais significativa para a análise foi a densidade total (F=5,371; p<0,05).

Figura 14 – Análise de correspondência canônica de três variáveis da vegetação com a frequência de registros das espécies da fauna em cada parcela (Legenda: arapaçu-grande = aragra; chupa-dente = chupdent; corujinha = coruj; esquilo = esqui; gato-do-mato-pequeno = gatpeq; gato-maracajá = gatmar; gato-mourisco = gatmouris; gralha-picaça = gralhpic; graxaim = grax; inhambu-chintã = inhachin; inhambu-guaçu = inhagua; jacuaçu = jacu; juriti-gemeadeira = jurigem; juriti-pupu = juripupu; macaco-prego = macapreg; mão-pelada = maopel; paca = paca; quati = quati; roedor = roedor; sabiá-barranco = sabibarr; sabiá-coleira = sabiacole; sabiá-laranjeira = sabilaranj; saracura-do-mato = saracmato; tatu = tatu; tie-de-tipete = tietopet; tie-preto = tiepreto; trinca-ferro-verdadeiro = trincferrver).



Fonte: Autora.

As espécies que aparecem em um mesmo ponto sobreposto à uma parcela (Figura 14) são aquelas que foram registradas exclusivamente naquele sítio. As parcelas P8, P37 e P51 foram as únicas que apresentaram espécies exclusivas.

As espécies que estão mais relacionadas à abundância de *H. dulcis* são onívoras ou frugívoras, com exceção da corujinha. O graxaim (score= 1,131) e o jacuaçu (score= 0,765) são algumas das espécies que apresentaram mais relação com o eixo 2, e como a abundância de uva-do-japão foi a que mais explicou este eixo, a análise confirma a relação entre estas espécies.

5 DISCUSSÃO

Em relação ao hábito alimentar dos mamíferos, com exceção dos carnívoros (as três espécies de felinos registradas), todas as outras nove espécies registradas neste trabalho são onívoras, frugívoras ou incluem frutos ocasionalmente na dieta (como o tatu-galinha e o veado-cambuta) (Breece e Dusi, 1985; Emmons, 1997). O tatu-galinha (*Dasyopus novemcinctus*) se alimenta preferencialmente de invertebrados, mas sua dieta pode variar sazonalmente, alimentando-se também de frutos de acordo com a disponibilidade (McBee e Baker, 1982). Assim, devido à grande quantidade de frutos de uva-do-japão disponíveis no local, este trabalho considerou o tatu-galinha um consumidor de *H. dulcis*. Desta forma, várias espécies de mamíferos poderiam ser consideradas como potenciais dispersores da uva-do-japão, sendo quatro delas confirmadas pelas fotografias. Tanto o esquilo (*Guerlinguetus ingrami*) quanto o macaco-prego (*Sapajus nigritus*) foram registrados na armadilha de plataforma, e ambos possuem hábito arborícola, mas também podem se deslocar e forragear pelo chão (Gautier-Hion *et al.*, 1985; Reis *et al.*, 2011), podendo então consumir frutos de *H. dulcis* diretamente da copa da árvore ou do chão, fazendo papéis tanto de dispersores primários quanto secundários.

O veado (*Mazama nana*) não foi registrado consumindo os frutos de *H. dulcis* no presente estudo, mas é possível que seja um consumidor e dispersor de sementes desta espécie. Outros estudos com dispersores de sementes de espécies vegetais invasoras demonstraram que cervídeos também atuam como agentes dispersores de sementes, devido a sua alta densidade em muitos ambientes, a habilidade de consumir maiores quantidades de frutos do que as aves e seus movimentos diários amplos e de migração (Vellend, 2002; Bartuszevige e Gorchov, 2006).

Das 118 espécies de mamíferos terrestres não-voadores confirmadas e de possível ocorrência para o estado de Santa Catarina mencionadas por Cherem e colaboradores (2004), 10,2% foram registradas neste estudo, sendo que a área do parque representa 0,008% da área do estado. Além disso, espécies que constam na Lista Oficial de Espécies da Fauna Ameaçadas de Extinção no Estado de Santa Catarina (Resolução CONSEMA 002/2011), também foram registradas, como *Mazama nana* (vulnerável), *Cuniculus paca* (vulnerável), *Pyroderus scutatus* (pavó) (em perigo). As espécies *Puma yagouarondi* (vulnerável), *Cuniculus paca* (em perigo) e *Nasua nasua* (vulnerável) estão na lista do estado do Rio Grande do Sul (Livro Vermelho da Fauna Ameaçada de Extinção, Mamíferos - MMA). É relevante ressaltar, que a lista gerada no

presente estudo vem a contribuir com informações efetivas de espécies de mamíferos que ocorrem no parque. Isto porque, no plano de manejo do Parque Estadual Fritz Plaumann (FATMA, 2005) a fauna foi caracterizada principalmente através de listas de ocorrência pautadas em levantamentos regionais (gerados a partir do cruzamento de bibliografias especializadas durante a elaboração do EIA/RIMA da UHEI) e visitas curtas de campo realizadas no ano 2000 (Hermes-Silva, 2008).

Em relação às aves, os registros por observações visuais foram escassos devido à limitação do tempo em campo para esta etapa. Porém, as armadilhas fotográficas registraram 16 espécies, sendo que a maioria foi fotografada no solo. Este tipo de levantamento não é o mais adequado para o grupo das aves, pois registra apenas as aves que vão ao solo, perdendo grande quantidade de informação das aves que frequentam as copas das árvores. Este número de espécies registradas representam 2,3% das cerca de 700 espécies de aves conhecidas no Estado (com. pess., Vítor Q. Piacentini). Das aves, apenas a espécie *Penelope obscura* foi registrada consumindo frutos de *H. dulcis*. Com exceção de três espécies (*Conopophaga lineata*, *Dendrocolaptes platyrostris* e *Megascops* sp.) todas as outras 13 espécies têm hábito alimentar que inclui o consumo de frutos (Sick, 1997). Assim, 13 espécies de aves têm potencial de dispersar os frutos da uva-do-japão. Bartuszevige e Gorchoy (2006) determinaram, através da observação do forrageamento de aves e através da inspeção de fezes por sementes intactas e por testes de viabilidade, que das 17 espécies de aves que consomem os frutos da invasora *Lonicera maackii*, apenas cinco agem como dispersores de sementes.

Durante as observações livres em campo, foi registrado um indivíduo de *Pyroderus scutatus* e outro de *Trogon surrucura* consumindo o pseudofruto de *H. dulcis*. Este indivíduo de *T. surrucura* arrancou um pequeno ramo da infrutescência e pousou na árvore ao lado. Balançou o ramo no bico, tentando se livrar do fruto seco e consumiu apenas o pseudofruto carnoso. Após, repetiu o procedimento e foi forragear em uma árvore mais distante. Este comportamento foi similar ao registrado na Tailândia por Hitchcock e Elliott (1999), onde a *Hovenia dulcis* foi usada para restauração de florestas. Estes pesquisadores descrevem que as aves consumiam os pseudofrutos, com apenas uma espécie consumindo preferencialmente os frutos secos. Muitas vezes, as aves forragearam nas infrutescências que ficaram presas em outras plantas mais baixas. Apesar das aves arrancarem unidades de pseudofrutos, ramos inteiros de infrutescências foram quebrados. As aves então balançaram suas cabeças vigorosamente, tentando ingerir apenas o pseudofruto carnoso. O resto do ramo e seus frutos e sementes caíram no

chão. Se um consumidor de semente é um predador ou um agente dispersor depende em grande parte se o animal está atrás do fruto ou da semente, e sua precisão no processamento desta (Janzen, 1971). Assim, coletando a infrutescência diretamente da copa das árvores e descartando o fruto seco com suas sementes, estas aves podem ser consideradas dispersoras primárias de *H. dulcis*.

Entretanto, de acordo com Zhou e colaboradores (2013), o pedúnculo carnoso ligado ao fruto seco de *Hovenia dulcis* serviria para atrair principalmente mamíferos, devido à sua cor marrom, odor e sabor adocicados. Afirmam também que devido à disposição dos frutos na infrutescência, presos ao pseudofrutos e nas pontas dos ramos, as aves não seriam os dispersores mais importantes.

A distância média de dispersão registrada através carretéis (1,04 m) pode ser considerada pequena para que as sementes escapem da mortalidade densidade-dependente e da predação, visto que os frutos ainda permaneceram sob a influência da copa da planta mãe, com exceção de um fruto que foi levado a 8,7 m. Esta distância é similar a encontrada por Gómez e colaboradores (2003), que acompanharam a remoção de sementes de *Rhamnus alaternus* (Rhamnaceae) por formigas até uma média de 0,90 m. A maior parte dos frutos presos aos carretéis não foram deslocados nem consumidos. Isto pode ter ocorrido devido à grande abundância de frutos caídos no chão e disponíveis para a fauna.

Os eventos de dispersão a longas distâncias são raros, porém muito relevantes (Soons e Ozinga, 2005; Jordano *et al.*, 2006), pois são estes eventos que proporcionam que uma espécie alcance novas áreas para colonização (Nathan, 2006). Entretanto, mesmo os eventos de dispersão a curtas distâncias podem ocorrer repetidamente, quando um animal (e.g. formigas) remove e dispersa sementes que já foram removidas, derrubadas ou defecadas por outro animal frugívoro (Passos e Oliveira, 2002).

As sementes foram dispersas por fezes no mínimo a 10,8m. Esta pode ser considerada uma distância que remove a semente da influência da planta mãe, escapando das prejuízos de germinar em altas densidades. A amostra fecal identificada como pertencente ao *Cerdocyon thous* foi a que continha o maior número de sementes. Este animal é tido como oportunista, variando sua dieta conforme a disponibilidade de recursos no ambiente (Rocha *et al.*, 2004). Além disso, é reconhecido como um bom dispersor de sementes devido à quantidade de frutos consumidos e as distâncias percorridas (Cheida *et al.*, 2006). Tem o hábito de defecar em áreas abertas, bordas e trilhas, locais favoráveis às plantas pioneiras (Bustamante *et al.*, 1992; Rocha *et al.* 2004), como é o caso de *H. dulcis*,

também encontrada como item alimentar no estudo de Rocha e colaboradores (2004).

A qualidade da dispersão de sementes que plantas invasoras obtêm de animais nativos ou exóticos depende tanto do tratamento dado pelo trato digestivo quanto da distribuição espacial das sementes dispersas (Bartuszevige e Gorchov, 2006). Pouco é conhecido sobre como as sementes de plantas invasoras são afetadas pela passagem pelo trato digestivo dos novos dispersores de sementes. Em um dos poucos estudos publicados, Renne e colaboradores (2001) descobriram que sementes de *Sapium sebiferum* tiveram maior germinação após a passagem pelo trato digestivo de aves nativas.

A germinação das sementes de *H. dulcis* encontradas nas fezes não se mostrou diferente das sementes controle, da mesma forma que Raíces e Bergallo (2010) também não encontraram diferenças nas germinações de espécies de plantas consumidas por *Cerdocyon thous*. Porém, isto não significa que a passagem pelo trato digestivo dos animais não contribua para a germinação. As sementes de *H. dulcis* apresentam dormência tegumentar variável, porém podem ter 100% de germinação sem tratamentos pré-germinativos (Carvalho, 1994). Em ambiente controlado, Kopachon e colaboradores (1996) encontraram 39% de germinação de sementes de *H. dulcis*. Rocha e colaboradores (2004) encontraram mais de 50% de germinação das sementes de *H. dulcis* provenientes de fezes de *Cerdocyon thous*.

Em relação à remoção de frutos, não houve diferença significativa na remoção entre os grupos animais. Nos registros das armadilhas fotográficas, apenas mamíferos de médio porte, que se enquadrariam no tratamento “apenas grandes” (com mais de 40cm), é que foram fotografados consumindo os frutos.

A remoção de frutos existentes debaixo da copa de uma planta é importante para que as sementes fujam da competição intraespecífica e da predação (Jordano *et al.*, 2006). Em locais onde as populações de mamíferos frugívoros estão em declínio, devido à caça e/ou à perda de hábitat, ocorre uma redução nestes processos, que influencia por fim na sobrevivência, no estabelecimento e crescimento das plântulas (Janzen, 1970; Howe *et al.*, 1985; Chapman e Chapman, 1995).

Richardson e colaboradores (2000) produziram uma lista de animais que dispersam plantas exóticas, incluindo aves, mamíferos, répteis e invertebrados nativos (inclusive formigas). As interações registradas entre formigas da espécie *Atta sexdens* e *Hovenia dulcis* demonstram que formigas carregam sementes de *H. dulcis*, ou seja, deslocam-nas pelo chão da floresta, como também foi relatado por Passos

e Oliveira (2003) para outras espécies de plantas e formigas. Já nos experimentos onde frutos foram colocados perto de ninhos, as formigas removeram os frutos para fora do carreiro que leva ao ninho. Estes resultados foram semelhantes aos de Brito-Kateivas e Corrêa (2012), que observaram o comportamento de espécies dos gêneros *Pheidole* e *Camponotus*, onde houve tentativas de remover os frutos de *Melocactus conoideus*, porém os frutos eram deixados perto do local de origem e apenas uma espécie foi bem sucedida em remover os frutos, levando-os ao ninho. O comportamento mais comum foi o de examinar os frutos. Mesmo as formigas não tendo levado as sementes com sucesso para dentro do ninho, o fato de que elas removeram os frutos e sementes, o ninho encontrado com várias plântulas de *H. dulcis* germinadas e o resultado do experimento de remoção de frutos com gaiolas de exclusão, demonstram que as formigas são prováveis dispersoras de *H. dulcis*.

Vários fatores podem influenciar a visitação da fauna em plantas frutificando, por exemplo, aves são influenciadas pelo número de árvores frutificando e se estão agrupadas, pois quanto maior a densidade total de frutos na vizinhança, aumenta o forrageamento de aves (Sargent, 1990). Este padrão também foi relatado para aves que forrageiam espécies exóticas (Aslan, 2011).

Desta forma, além da disponibilidade de frutos de *Hovenia dulcis*, a disponibilidade de frutos de outras espécies vizinhas também poderá influenciar a visitação de animais na própria *H. dulcis*. A análise dos componentes principais mostra que as parcelas que apresentam maior abundância de *H. dulcis* não são as mesmas parcelas que apresentam as maiores riquezas de mamíferos, e estas últimas apresentam maior área basal e oferta de frutos embaixo das copas. Nos sítios onde a abundância de indivíduos de *H. dulcis* foi menor, a oferta de frutos foi maior. Isto pode indicar que as parcelas que têm poucos indivíduos adultos e de maior porte produzem quantidades de frutos que seriam suficientes para atrair a fauna.

Em relação às outras espécies arbóreas que têm seu período de frutificação sobreposto com o de *H. dulcis*, sua densidade parece não ter influenciado a presença da fauna, sendo que a parcela que apresentou um dos menores números de espécies animais registradas, foi a que apresentou o maior número de indivíduos das outras espécies que frutificam na mesma época que *H. dulcis*. Este resultados corroboram com Aslan e Rejmánek (2012), que descrevem que espécies exóticas que oferecem grande abundância de frutos, maior conteúdo energético ou acessibilidade, podem ter maior sucesso na competição por dispersores

do que as plantas nativas. Portanto, a visitação da fauna às parcelas pode estar relacionada à disponibilidade de frutos de *H. dulcis*.

Na análise de correspondência canônica, as espécies *Cerdocyon thous* (graxaim), *Sapajus nigritus* (macaco-prego) e *Penelope obscura* (jacuaçu) foram as que mais se relacionaram com a abundância de *H. dulcis*, sendo que todas são onívoras, ou seja, se alimentam de frutos, além de outros itens.

Como a maioria das espécies registradas é frugívora ou onívora, a presença delas na área de estudo vai depender da disponibilidade de frutos (Jordano *et al.*, 2006), tanto da exótica quanto das nativas. Desta forma, o manejo que está previsto e já começou a ser feito, com a retirada de indivíduos de *H. dulcis* selecionados, pode diminuir os recursos alimentares para a fauna local. Como relatam Buckley e colaboradores (2006), nos locais onde as plantas invasoras fazem parte da dieta de frugívoros nativos, pode haver um conflito conservacionista entre controlar a invasora e manter as populações de frugívoros, especialmente onde outras ameaças como a destruição de habitat tem reduzido as populações de espécies nativas frutíferas.

Por outro lado, do total de espécies animais registradas, apenas sete foram fotografadas consumindo frutos de *H. dulcis*, e a análise de correspondência canônica mostrou que três espécies mostraram uma correlação maior com a abundância de uva-do-japão (sendo que duas destas foram registradas nas armadilhas fotográficas). Assim, 26,6% das espécies descritas neste trabalho mostraram uma relação com a presença ou a abundância de *H. dulcis*. Mesmo após o manejo de *H. dulcis* no parque, estes animais frugívoros e onívoros poderão se alimentar dos frutos das 15 espécies de plantas nativas encontradas no parque. O presente estudo sugere restaurar as áreas manejadas com espécies frutíferas nativas, para recompor os recursos que este ecossistema oferece para a fauna.

A uva-do-japão possivelmente compete localmente com estas outras árvores frutíferas pelos dispersores de sementes e a remoção da invasora pode promover o restabelecimento das interações com as nativas (Aslan, 2011). As características dos frutos afetam a escolha dos frugívoros. O tamanho do fruto, a presença de uma casca não comestível, defesas químicas, tamanho da copa e fenologia podem ser características úteis para considerar em programas de rastreamento e erradicação. Considerando estas características das plantas nativas e comparando-as com as características de uma exótica, pode ser possível classificar espécies invasoras por sua atratividade aos frugívoros (Buckley *et al.*, 2006; Aslan e Rejmánek, 2012).

Assim, o manejo de plantas invasoras pode ser melhorado através da compreensão dos mutualismos, permitindo-se prever o potencial de invasão de uma planta com frutos carnosos, a eficácia da dispersão e as taxas de propagação de plantas invasoras (Gosper *et al.*, 2005).

6 CONSIDERAÇÕES FINAIS

O presente estudo evidencia que a fauna nativa atua como dispersora de *Hovenia dulcis*, e os agentes dispersores mais importantes encontrados foram *Cerdocyon thous*, *Nasua nasua*, *Penelope obscura* e *Trogon surrucura*, considerando os registros fotográficos, as sementes encontradas nas fezes e o comportamento observado.

Complementando estes dados, um experimento de remoção de frutos indicou que os pequenos mamíferos e as formigas também tem participação na remoção e provável dispersão de *H. dulcis*.

As distâncias de frutos e sementes encontrados nos carretéis mostram um afastamento da planta mãe de 1m à 8m, e das sementes encontradas nas fezes de no mínimo 10,8 m. Maiores distâncias em relação à planta mãe auxiliam no escape da alta densidade de plântulas embaixo da copa e no processo de propagação da espécie.

A viabilidade de germinação das sementes dispersas pela fauna é a mesma que das sementes não dispersas.

As características do pseudofruto de *H. dulcis* e sua abundância de oferta durante o período de frutificação são fatores que influenciaram a atração da fauna para seu consumo e dispersão.

Está previsto o manejo de *H. dulcis* com a retirada dos indivíduos da área do parque, através do projeto desenvolvido pela FATMA, que propõe a retirada de todas as espécies exóticas dos parques do estado de Santa Catarina. Foi constatado que existem outras espécies frutíferas, no mínimo 15 espécies, que estão disponíveis para alimentação de frugívoros e onívoros, em períodos semelhantes à da uva-do-japão no parque. Desta forma, estas árvores frutíferas poderão prover recursos alimentares, restituindo assim as interações com a fauna presente no parque.

7 REFERÊNCIAS

- Aronson, M. F. J., S. N. Handel, and S. E. Clemants. 2007. Fruit type, life form and origin determine the success of woody plant invaders in an urban landscape. *Biological Invasions*, 9: 465–475.
- Aslan, C. E. 2011. Implications of newly-formed seed-dispersal mutualisms between birds and introduced plants in northern California, USA. *Biological Invasions*, 13: 2829–2845.
- Aslan, C. E. e Rejmánek, M. 2010. Avian use of introduced plants: ornithologist records illuminate interspecific associations and research needs. *Ecological Applications*, 20(4): 1005-1020.
- Aslan, C. E. e Rejmánek, M. 2012. Native fruit traits may mediate dispersal competition between native and non-native plants. *NeoBiota*, 12: 1-24.
- Bartuszevige, A. M e Endress, B. A. 2008. Do ungulates facilitate native and exotic plant spread? Seed dispersal by cattle, elk and deer in northeastern Oregon. *Journal of Arid Environments*, 72: 904–913.
- Bartuszevige, A. M. e Gorchoff, D. L. 2006. Avian seed dispersal of an invasive shrub. *Biological Invasions*, 8: 1013–1022.
- Bastiani, V. I. M e Lucas, E. M. 2013. Anuran diversity (Amphibia, Anura) in a Seasonal Forest fragment in southern Brazil. *Biota Neotropical* 13(1): 255-264.
- Bennett, A. e Krebs, J. 1987. Seed dispersal by ants. *Trends in Ecology and Evolution*, 2(10): 291-292.
- Blaney, C. S. e Kotaten, P. M. 2001. Post-dispersal losses to seed predators: an experimental comparison of native and exotic old field plants. *Canadian Journal of Botany*, 79: 284-292.
- Breece, G. A. e Dusi, J. L. 1985. Food habits and home ranges of the common long-nosed armadillo *Dasypus novemcinctus* in Alabama. In: GG Montgomery, ed. *Ecology of armadillos, sloths, and vermilinguas*. Washington, DC: Smithsonian Institution Press, pp. 429-437.

Brito-Kateivas, K. S. e Corrêa, M. M. 2012. Ants interacting with fruits of *Melocactus conoideus* Buining & Brederoo (Cactaceae) in southwestern Bahia, Brazil. *Biotemas*, 25 (3): 153-159.

Buckley, Y. M.; Anderson, S.; Catterall, C. P.; Corlett, R. T.; Engel, T.; Gosper, C. T.; Nathan, R.; Richardson, D. M.; Setter, M.; Spiegel, O.; Vivian-Smith, G.; Voigt, F. A.; Weir, J. E. S.; Westcott, D. A. 2006. Management of plant invasions mediated by frugivore interactions. *Journal of Applied Ecology*, 43: 848-857.

Buono, R. A., Oliveira, A. B. e Paiva, E. A. S. 2008. Anatomy, ultrastructure and chemical composition of food bodies of *Hovenia dulcis* (Rhamnaceae). *Annals of Botany*, 101: 1341-1348.

Bustamante, R.O.; Simonetti, J.A. e Mella, J. E. 1992. Are fox legitimate and efficient seed dispersers? A field test. *Acta Oecologica*, 13 (2): 203-208.

Carvalho, P. E. R. 1994. Ecologia, silvicultura e usos da uva-do-japão (*Hovenia dulcis* Thunberg). EMBRAPA-CNP Florestas, Circular Técnica, 23. 24p.

Chapman, C. A. e Chapman, L. J. 1995. Survival without dispersers: seedling recruitment under parents. *Conservation Biology* 9: 675-678.

Cheida, C. C.; Nakano-Oliveira, E.; Fusco-Costa, R.; Rocha-Mendes, F.; Quadros, J. 2006. Ordem Carnivora In: Reis, R. R.; Peracchhi, A. L.; Pedro, W. A.; Lima, I. P. (Eds.). *Mamíferos do Brasil*. Londrina, Paraná, p. 231-275.

Cherem, J. J., Graipel, M. E., Tortato, M., Althoff, S., Brüggemann, F., Matos, J., Voltolini, J. C., Freitas, R., Illenseer, R., Hoffmann, F., Ghizoni Jr., I. R., Bevilacqua, A., Reinicke, R., Salvador, C. H., Filippini, A., Furnari, N., Abati, K., Moraes, M., Moreira, T., Oliveira-Santos, L. G. R., Kuhnen, V., Maccarini, T., Goulart, F., Mozerle, H., Fantacini, F., Dias, D., Penedo-Ferreira, R., Vieira, B. P., Simões-Lopes, P. C. 2011. Mastofauna terrestre do Parque Estadual da Serra do Tabuleiro, Estado de Santa Catarina, Brasil. *Biotemas*, 24 (3): 73-84.

- Cherem, J. J., Simões-Lopes, P. C., Althoff, S. e Graipel, M. E. 2004. Lista dos mamíferos do Estado de Santa Catarina, sul do Brasil. *Mastozoología Neotropical*, 11(2): 151-184.
- Clark, C. J.; Poulsen, J. R.; Bolker, B. M.; Connor, E. F. e Parker, V. T. 2005. Comparative seed shadows of bird-, monkey-, and wind-dispersed trees. *Ecology*, 86: 2684–2694.
- Connell, J. H. 1971. On the role of natural enemies in preventing competitive exclusion in some marine mammals and in rainforest trees. In: den Boer, P. J.; Gradwell, G. R. (eds) *Dynamics of populations*. Centre for Agricultural Publishing and Documentation, Wageningen, pp 298–312.
- Corlett, R. T. 2005. Interactions between birds, fruit bats and exotic plants in urban Hong Kong, South China. *Urban Ecosystems*, 8: 275–283.
- Daehler, C. C. 2003. Performance comparisons of co-occurring native and alien invasive plants: implications for conservation and restoration. *Annual Review of Ecology, Evolution, and Systematics*, 34: 183–211.
- Delprete, P. G., Smith, L. B., Klein, R. M. 2005. Rubiáceas. Vol 2. In: *Flora Ilustrada Catarinense* (R. Reitz, A. Reis, eds.). Herbário Barbosa Rodrigues, Itajaí, 842p.
- 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, Universidade de São Paulo, Ecologia de Agroecossistemas, Piracicaba, Brasil. 102p.
- Donatti, C.; Galetti, M.; Pizo, M. A.; Guimarães Jr, P. e Jordano, P. 2007. Living in the land of ghosts: fruit traits and the importance of large mammals as seed dispersers in the Pantanal, Brazil. In: Dennis, A.; Westcott, D. e Green, R. (Org.). *Seed dispersal: Theory and its application in a changing world*. Oxon: CAB International, v. 1, p. 104-123.
- Donatti, C. I., Guimarães, P. E., Galetti, M., Pizo, M. A., Marquitti, F. M. D. e Dirzo, R. 2011. Analysis of a hyper-diverse seed dispersal network: modularity and underlying mechanisms. *Ecology Letters*, 14: 773-781.

Emmons, L. H. e Feer, F. 1997. Neotropical rainforest mammals: A field guide. 2ª ed. Chicago: The University of Chicago Press. 307pp.

Fadini, R. F. 2005. Limitações bióticas afetando o recrutamento da palmeira *Euterpe edulis* em uma ilha continental da Mata Atlântica. Dissertação de Mestrado, Universidade Estadual Paulista Júlio de Mesquita Filho, Rio Claro, Brasil. 89p.

FATMA, 2005. Plano de Manejo do Parque Estadual Fritz Plaumann. Fundação do Meio Ambiente do Estado de Santa Catarina, Florianópolis. 221p.

Fleming, T. H. 1987. Patterns of tropical vertebrate frugivore diversity. *Annual Review of Ecology and Systematics* 18: 91-109.

Forget, P. M. & Milleron, T. 1991. Evidence for secondary seed dispersal by rodents in Panama. *Oecologia*, 87: 596-599.

Forget, P. M. 1992. Seed removal and seed fate in *Gustavia superba* (Lecythidaceae). *Biotropica*, 24: 408-414.

French, K. e Major, R. E. 2001. Effect of an exotic *Acacia* (Fabaceae) on ant assemblages in South African fynbos. *Austral Ecology*, 26: 303-310.

Galetti, M; Pizo, M. A.; Morellato, L. P. 2003. Fenologia, frugivoria e dispersão de sementes. In: Cullen JR, L.; Rudran, R e Valladares-Pádua, C. (Org.). Métodos de Estudos em Biologia da Conservação e Manejo da Vida Silvestre. Editora UFPR, Curitiba, pp. 395-422.

Gautier-Hion, A.; Duplantier J. M.; Quris, R.; Feer, F.; Sourd, C.; Decoux, J.-P.; Dubost, G.; Emmons, L.; Erard, C.; Hecketsweiler, P.; Gentry, A. H. 1985. Dispersal ecology and diversity in neotropical forest communities. *Naturwiss*, 7: 303-314.

Gómez, C.; Pons, P. e Bas, J. M. 2003. Effects of the Argentine ant *Linepithema humile* on seed dispersal and seedling emergence of *Rhamnus alaternus*. *Ecography*, 26: 532-538.

Gosper, C. R. 2004. Fruit characteristics of invasive bitou bush, *Chrysanthemoides monilifera* (Asteraceae), and a comparison with co-

occurring native plant species. *Australian Journal of Botany*, 52: 223–230.

Gosper, C. R.; Stansbury, C. D. e Vivian-Smith, G. 2005. Seed dispersal of fleshy-fruited invasive plants by birds: contributing factors and management options. *Diversity and Distributions* 11:549–558.

Hermes-Silva, E. 2008. As transformações do território a partir dos processos de criação e planejamento do Parque Estadual Fritz Plaumann (Concórdia/SC). Dissertação de Mestrado, Universidade Federal de Santa Catarina, Florianópolis. 195p.

Herrera, C. M. 1985. Determinants of plant–animal coevolution – the case of mutualistic dispersal of seeds by vertebrates. *Oikos*, 44: 132–141.

Herrera, C. M. 1989. Frugivory and seed dispersal by carnivorous mammals, and associated fruit characteristics, in undisturbed Mediterranean habitats. *Oikos* 55: 250–262.

Hitchcock, D. e Elliott, S. 1999. Forest restoration research in northern Thailand, 3: Observations of bird feeding in a mature *Hovenia dulcis* Thunb. (Rhamnaceae) tree. *Natural History Bulletin of the Siam Society*, 47: 149-152.

Howe, H. F. e Miriti, M. N. 2004. When seed dispersal matters. *BioScience*, 54(7): 651-660.

Howe, H. F. e Smallwood, J. 1982. Ecology of seed dispersal. *Annual Review of Ecology, Evolution and Systematics*, 13: 201-228.

Howe, H. F. e Westley, L. C. 1997. Ecology of pollination and seed dispersal. In: Crawley, M. J. (ed) *Plant Ecology*, pp 262– 283. Blackwell Science, Cambridge.

Howe, H. F.; Schupp, E. W. e Westley, L. C. 1985. Early consequences of seed dispersal for a neotropical tree (*Virola surinamensis*). *Ecology* 66: 781-791.

Instituto Hórus, 2011. <http://i3n.institutohorus.org.br>. Acesso em 19 de outubro de 2011.

Janzen, D. H. 1970. Herbivores and the number of tree species in tropical forests. *The American Naturalist*, 104: 501–528.

Jordano, P. 1995. Angiosperm fleshy fruits and seed dispersers: a comparative analysis of adaptation and constraints in plant-animal interactions. *The American Naturalist*, 145: 163–191.

Jordano, P., Galetti, M., Pizo, M.A. e Silva, W.R. 2006. Ligando frugivoria e dispersão de sementes à biologia da conservação. In: Rocha, C.F.D.; Bergallo, H.G. e Alves, M.A.S. (eds). *Biologia da conservação: essências*. Rima, São Carlos, p. 411-436.

Jordano, P.; Garcia, C.; Godoy, J. A.; Garcia-Castano, J. L. 2007. Differential contribution of frugivores to complex seed dispersal patterns. *Proceedings of the National Academy of Sciences, USA* 104: 3278–3282.

Klein, R. M. 1972. Árvores nativas da floresta subtropical do Alto Uruguai. *Selowia*, 24: 09-62.

Klein, R. M. 1984. Meliáceas. In: *Flora Ilustrada Catarinense* (R. Reitz, ed.). *Herbário Barbosa Rodrigues, Itajaí*, 138p.

Kopachon, S.; Suriya, K.; Hardwick, K.; Pakaad, G.; Maxwell, J. F.; Anusarnsunthorn, V.; Blakesley, D.; Garwood, N. C. e Elliott, S. 1996. Forest restoration research in northern Thailand, 1. The fruits, seeds and seedlings of *Hovenia dulcis* Thunb. (Rhamnaceae). *Natural History Bulletin of the Siam Society*, 44: 41-52.

Kuhnen, V. V. Diversidade de mamíferos e a estrutura do hábitat: estudo da composição da mastofauna terrestre em diferentes estágios sucessionais de regeneração da Floresta Ombrófila Densa, Santa Catarina, Brasil. *Dissertação de Mestrado, Universidade Federal de Santa Catarina, Programa de Pós-Graduação em Ecologia, Florianópolis, Brasil*. 71p.

Legendre, P. e Legendre, L. 1998. *Numerical Ecology*. 2 ed. Elsevier Science B. V., Amsterdam. 853pp.

Levine, J. M.; Vilà, M.; D'Antonio, C. M.; Dukes, J. S.; Grigulis, K.; Lavorel, S. 2003. Mechanisms underlying the impacts of exotic plant invasions. *Proceedings of the Royal Society of London*, 270: 775–781.

Lorenzi, H. 2002a. Árvores brasileiras: manual de identificação e cultivo de plantas arbóreas do Brasil. Vol. 1, 4ª ed. Nova Odessa, SP: Instituto Plantarum.

Lorenzi, H. 2002b. Árvores brasileiras: manual de identificação e cultivo de plantas arbóreas do Brasil. Vol. 2, 2ª ed. Nova Odessa, SP: Instituto Plantarum.

Lorenzi, H. 2009. Árvores brasileiras: manual de identificação e cultivo de plantas arbóreas do Brasil. Vol. 3, 1ª ed. Nova Odessa, SP: Instituto Plantarum.

McBee, K. e Baker, R. J. 1982. *Dasypus novemcinctus*. Mammalian Species, 162: 1-9.

Muller-Landau, H. C.; Wright, S. J.; Calderón, O.; Condit, R.; Hubbell, S. P. 2008. Interspecific variation in primary seed dispersal in a tropical forest. *Journal of Ecology*, 96: 653-667.

Nathan, R. 2006. Long-distance dispersal of plants. *Science*, 313: 786–788.

Nathan, R.; Schurr, F.M.; Spiegel, O.; Steinitz, O.; Trakhtenbrot, A. e Tsoar, A. 2008. Mechanisms of long - distance seed dispersal. *Trends in Ecology & Evolution*, 23: 638 – 647.

Oksane, J.; Blanchet, F.G.; Kindt, R.; Legendre, P.; Minchin, P.R.; O’Hara, R.B.; Simpson, G.L.; Solymos, P.; Henry, M.; Stevens, H. e Wagner, H. 2013. Vegan: Community Ecology Package. R package version 2.0-9.

Passos, L. e Oliveira, P. S. 2002. Ants affect the distribution and performance of seedlings of *Clusia criuva*, a primarily bird-dispersed rain forest tree. *Journal of Ecology*, 90: 517–528.

Passos, L. e Oliveira, P. S. 2003. Interactions between ants, fruits and seeds in a restinga forest in south-eastern Brazil. *Journal of Tropical Ecology*, 19:261–270.

Passos, L.; Ferreira, S. O. 1996. Ant dispersal of *Croton priscus* (Euphorbiaceae) seeds in a tropical semideciduous forest in southeastern Brazil. *Biotropica*, 28: 697-700.

Peres, C. A. e Baider, C. 1997. Seed dispersal, spatial distribution and population structure of Brazilnut trees (*Bertholletia excelsa*) in southeastern Amazonia. *Journal of Tropical Ecology*, 13: 595-616.

Pijl, L. V. D. 1972. Principles of dispersal in higher plants. 2° ed. Springer-Verlag, Berlin. 160p.

Pizo, M. A. e Oliveira, P. S. 1999. Removal of seeds from vertebrate faeces by ants: effects of seed species and deposition site. *Canadian Journal of Zoology*, 77: 1595-1602.

Raíces, D. S. L. e Bergallo, H. G. Diet and seed dispersion of the crab-eaten fox, *Cerdocyon thous* (Linnaeus, 1766) in Restinga de Jurubatiba National Park, Rio de Janeiro State, Brazil. *Neotropical Biology and Conservation*, 5(1): 24-30.

R Core Team. 2013. R: A language and environment for statistical computing. R Foundation for Statistical Computing, Vienna, Austria.

Reis, N. R.; Peracchi, A. L.; Pedro, W. A. e de Lima, I. P. 2011. Mamíferos do Brasil. 2ª ed. Londrina: Nelio L. dos Reis, 439p.

Reitz, R. 1996. Rosáceas. In: Flora Ilustrada Catarinense (R. Reitz, A. Reis eds.). Herbário Barbosa Rodrigues, Itajaí, 135p.

Rejmánek, M. e Richardson, D. M. 1996. What attributes make some plant species more invasive? *Ecology*, 77: 1655–1661.

Renne, I. J.; Spira, T. P. e Bridges, W. C. 2001. Effects of habitat, burial, age and passage through birds on germination and establishment of Chinese tallow tree in coastal South Carolina. *Journal of the Torrey Botanical Society*, 128: 109–119.

Richardson, D. M. e Pysek, P. 2000. Naturalization and invasion of alien plants: concepts and definitions. *Diversity and Distributions*, 6: 93–107.

Richardson, D. M.; Allsopp, N.; D'Antonio, C. M.; Milton, S. J. e Rejmánek, M. 2000. Plant invasions: the role of mutualisms. *Biological Reviews* 75:65–93.

Richardson, D. M.; Rejmánek, M. 2011. Trees and shrubs as invasive alien species – a global review. *Diversity and Distributions*, 17: 788–809.

Rocha, V. J.; Reis, N. R. e Sekiama, M. L. 2004. Dieta e dispersão de sementes por *Cerdocyon thous* (Linnaeus) (Carnívora, Canidae), em um fragmento florestal no Paraná, Brasil. *Revista Brasileira de Zoologia*, 21 (4): 871–876.

Sargent, S. 1990. Neighborhood effects on fruit removal by birds: a field experiment with *Viburnum dentatum* (Caprifoliaceae). *Ecology* 71:1289–1298.

Schneider, A. A. 2007. A flora naturalizada no estado do Rio Grande do Sul, Brasil: herbáceas subespontâneas. *Biociências*, 15(2): 257-268.

Schupp, E. W. 1993. Quantity, quality and the effectiveness of seed dispersal by animals. *Vegetatio* 107/ 108: 15–29.

Servigne, P. e Detrain, C. 2008. Ant-seed interactions: combined effects of ant and plant species on seed removal patterns. *Insect. Soc.* 55: 220-230.

Sick, H. 1997. *Ornitologia Brasileira*. Rio de Janeiro: Editora Nova Fronteira. Vol. 1 e 2. 828p.

Sigrist, T. 2009. *Guia de campo – Avifauna Brasileira*. Avis Brasilis, São Paulo. 600p.

Siminski, A. 2009. A floresta do futuro: conhecimento, valorização e perspectivas de uso das formações florestais secundárias no Estado de Santa Catarina. Dissertação de Mestrado, Programa de Pós-Graduação em Recursos Genéticos Vegetais, Universidade Federal de Santa Catarina, Florianópolis, Brasil. 153p.

Soons, M. B e Ozinga, W. A. 2005. How important is long-distance seed dispersal for the regional survival of plant species? *Diversity and Distributions*, 11: 165–172.

Spotswood, E. N., Meyer, J. Y. e Bartolome, J. W. 2012. An invasive tree alters the structure of seed dispersal networks between birds and plants in French Polynesia. *Journal of Biogeography*: 39, 2007–2020.

Tsoar, A.; Shohani, D. e Nathan, R. 2011. A movement ecology approach to study seed dispersal and plant invasion: an overview and application of seed dispersal by fruit bats. In: Richardson, D. M. Fifty years of invasion ecology: The legacy of Charles Elton. Wiley-Blackwell, West Sussex, UK.

Van der Pijl, L. 1982. Principles of dispersal in higher plants. 3a ed. New York: Berlin Heidelberg. 214p.

Vellend, M. 2002. A pest and an invader: white-tailed deer (*Odocoileus virginianus* Zimm.) as a seed dispersal agent for honeysuckle shrubs (*Lonicera* L.). *Natural Areas Journal*, 22: 230–234.

Veloso, H. P. e Góes-Filho, L. 1982. Fitogeografia Brasileira – Classificação fisionômico-ecológica da vegetação neotropical. RADAMBRASIL, Salvador. 86p.

Vieira, E. M., Pizo, M. A. e Izar, P. 2003. Fruit and seed exploitation by small rodents of the Brazilian Atlantic forest. *Mammalia*, 67(4): 533-539.

Vieira, S. 2006. Análise de variância: ANOVA. São Paulo: Atlas, 204p.

Vittoz, P. e Engler, R. 2007. Seed dispersal distances: atypology based on dispersal modes and plant traits. *Botanica Helvetica*, 117: 109–124.

Wheeler, B. 2010. ImPerm: Permutation tests for linear models. R package version 1.1-2.

Yasuda, M. 2004. Monitoring diversity and abundance of mammals with camera traps: a case study on Mount Tsukuba, central Japan. *Mammal Study*, 29: 37-46.

Zar, J. H. 2009. Biostatistical Analysis. 5 ed. Pearson Prentice Hall. New Jearsey. 944pp.

Zenni, R. D. e Ziller, S. R. 2011. An overview of invasive plants in Brazil. *Revista Brasileira de Botânica*, 34(3): 431-446.

Zhou, Y.; Newman, C.; Xie1, Z. e Macdonald, D. W. 2013. Peduncles elicit large-mammal endozoochory in a dry-fruited plant. *Annals of Botany*, 112(1): 85-93.

ANEXOS

ANEXO A – Variáveis da estrutura da vegetação das parcelas na área de estudo (Dechoum, dados não publicados).

Parcela	Densidade total	Abundância de <i>H. dulcis</i>	Riqueza total	Altura média das árvores	Área basal média das árvores
P6	46	7	14	6,1	148,7
P8	21	1	7	4,6	120,3
P16	49	0	12	5,7	84
P35	26	4	9	8	87
P36	32	10	12	7,9	99,5
P37	19	20	9	9,6	106,2
P48	36	16	11	5,3	104,7
P51	33	1	15	8,1	201,6
P57	34	2	15	7,5	206,2
PTA	35	6	10	7	134,9

ANEXO B – Correlações das variáveis da vegetação da análise de componentes principais.

Variáveis	PC1	PC2	PC3
Densidade total	-0,41235	0,42687	-0,07314
Abundância <i>H. dulcis</i>	0,40449	0,01705	0,10853
Riqueza total	-0,44955	0,17603	0,47053
Altura média	0,27285	-0,04764	0,66984
Área basal média	-0,42815	-0,25028	0,42794
Oferta de frutos	-0,39075	-0,24284	-0,35988
Riqueza de mamíferos	-0,21035	-0,55725	0,00995
Riqueza de aves	0,09775	-0,59337	-0,00625