



**Universidade do Estado do Rio de Janeiro**  
Centro Biomédico  
Instituto de Biologia Roberto Alcântara Gomes

Ana Carolina Lacerda de Matos

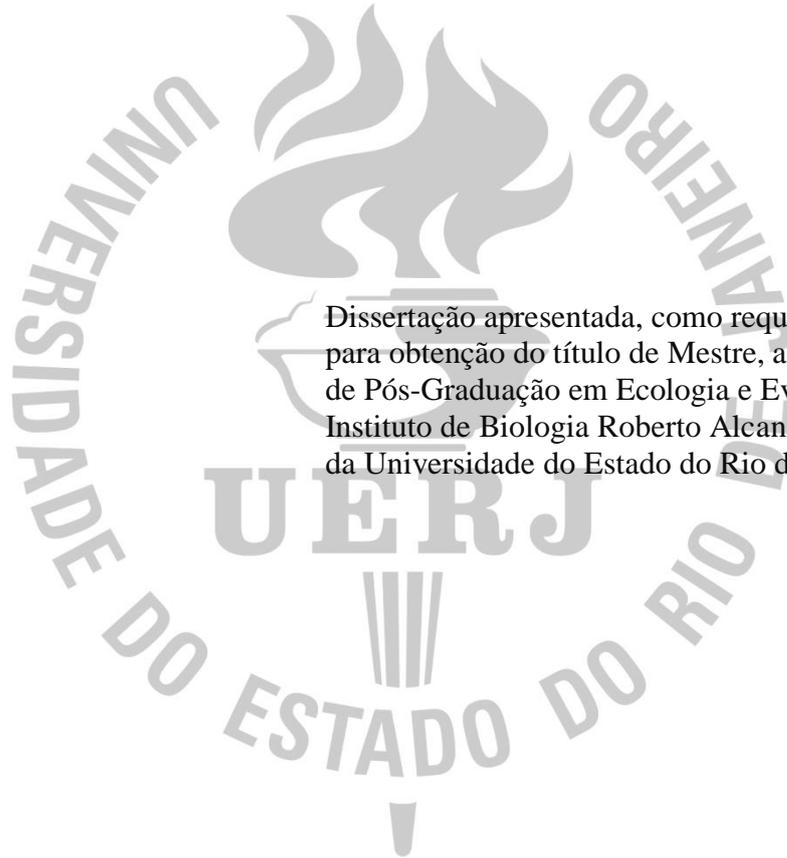
**Bom para quem? Influências positivas e negativas de uma espécie exótica  
invasora sobre populações de pequenos mamíferos**

Rio de Janeiro

2017

Ana Carolina Lacerda de Matos

**Bom para quem? Influências positivas e negativas de uma espécie exótica invasora sobre populações de pequenos mamíferos**



Dissertação apresentada, como requisito parcial para obtenção do título de Mestre, ao Programa de Pós-Graduação em Ecologia e Evolução, do Instituto de Biologia Roberto Alcântara Gomes da Universidade do Estado do Rio de Janeiro.

Orientadora: Prof.<sup>a</sup> Dra. Helena de Godoy Bergallo

Rio de Janeiro

2017

CATALOGAÇÃO NA FONTE  
UERJ / REDE SIRIUS / BIBLIOTECA CTC-A

M433 Matos, Ana Carolina Lacerda de.  
Bom para quem? Influências positivas e negativas de uma espécie exótica invasora sobre populações de pequenos mamíferos / Ana Carolina Lacerda de Matos. - 2017.  
47f.: il.

Orientadora: Helena de Godoy Bergallo.  
Dissertação (Mestrado em Ecologia e Evolução) - Universidade do Estado do Rio de Janeiro, Instituto de Biologia Roberto Alcântara Gomes.

1. Artocarpus - Ilha Grande, Baía da (RJ) - Teses. 2. Mamífero - Ilha Grande, Baía da (RJ) - Teses. 3. Impacto ambiental - Avaliação - Teses. 4. Ecossistema - Mata Atlântica - Teses. I. Bergallo, Helena de Godoy. II. Universidade do Estado do Rio de Janeiro. Instituto de Biologia Roberto Alcântara Gomes. III. Título.

CDU 597.8(815.3)

Rosalina Barros *CRB-7 / 4204* - Bibliotecária responsável pela elaboração da ficha catalográfica.

Autorizo, apenas para fins acadêmicos e científicos, a reprodução total ou parcial desta tese, desde que citada a fonte.

---

Assinatura

---

Data

Ana Carolina Lacerda de Matos

**Bom para quem? Influências positivas e negativas de uma espécie exótica invasora sobre populações de pequenos mamíferos**

Dissertação apresentada, como requisito parcial para obtenção do título de Mestre, ao Programa de Pós-Graduação em Ecologia e Evolução, do Instituto de Biologia Roberto Alcântara Gomes da Universidade do Estado do Rio de Janeiro.

Aprovado em 10 de julho de 2017.

Orientadora:

Prof.<sup>a</sup> Dra. Helena de Godoy Bergallo  
Instituto de Biologia Roberto Alcântara Gomes – UERJ

Banca examinadora:

---

Prof.<sup>a</sup> Dra. Maja Kajin  
Instituto de Biologia Roberto Alcântara Gomes – UERJ

---

Prof.<sup>a</sup> Dra. Alexandra Pires Fernandez  
Universidade Federal Rural do Rio de Janeiro

---

Prof. Dr. Marcos de Souza Lima Figueiredo  
Universidade Federal do Rio de Janeiro

Rio de Janeiro

2017

## AGRADECIMENTOS

Gostaria de agradecer a toda a minha família que de alguma forma me apoiou nessa jornada. Um agradecimento eterno a minha mãe (ou minha Sunshine) que sempre esteve ao meu lado e até se disponibilizar para ir ao campo ela foi capaz quando os estagiários desmarcavam comigo em cima da hora. Mãe, você é tudo pra mim. Te amo até no fundo do coração de galinha preta. Obrigada! Um obrigada especial para o meu eterno padraço-papito que sempre se preocupou comigo e foi o grande patrocinador das minhas botas, lanternas e todas as roupas maras de campo que tive. Te amo demais! Obrigada para o meu eterno namorado, porém agora marido. Te amo muito!

Agradeço a todos os meus amigos de fora da ecologia que me apoiaram e me confortaram quando tudo parecia que ia desmoronar. Erika, Pedro, Renata, Helena, Mariana e todos os outros que não estiveram tão presentes, mas ainda assim me ajudaram de alguma forma. Amo vocês!

Obrigada aos meus amigos loucos da ecologia que me ajudaram incansavelmente nos campos e perrengues de Ilha Grande. Vocês merecem um busto em Vila Dois Rios! Paula, Chaenny, Rodrigo, Gleika, Fabi (Vad), Zé, Marlon, Renata, Cátia, Marcela, Natália, Luciana, Nicole, Stênio e todos os outros amigos/colegas/desconhecidos que foram, meu eterno agradecimento. Sem vocês nada disso teria acontecido. Aos amigos que não foram ao campo, mas terão a oportunidade de ir no doutorado: Juliane e Átilla, vocês não escapam. Obrigada pelas conversas e risadas em território capixaba ou não.

Meu agradecimento especial para a minha pupila Jessica que infelizmente resolveu largar a vida acadêmica, mas espero que seja temporariamente. Todas as vezes que eu achava que não íamos chegar a tempo do jantar você me dava aquele gás, todas as vezes que eu achava que não ia rolar campo porque não tinha gente suficiente, você falava: “vai dar sim! Vambora!”. Obrigada por tudo e saiba que você é a mais poderosa no mato. Nunca vi alguém subir a trilha do Caxadaço tão rápido com uma mochila lotada de armadilhas nas costas. Obrigadaaaaaaa!

Obrigada a todos do departamento de ecologia da UERJ, professores, amigos, enfim... Todos que compartilhei algum ensinamento, risada ou simplesmente que estiveram comigo. Um super obrigada para a Sônia e a Verusca, vocês são maravilhosas e sempre estiveram dispostas a me ajudar, mesmo quando queriam me matar por dar trabalho a vocês.

Gostaria de agradecer à Maja Kajin que vem acompanhando a saga com as jaqueiras e sempre esteve disposta a me ajudar. Obrigada por me apresentar o mundo da modelagem ecológica e esse artigo vai sair! Obrigada também por ter aceitado ser a revisora da dissertação e presidente da banca. Obrigada aos professores externos que aceitaram o convite para integrarem a banca: Alexandra, Marcos, Luciana e Vandy, muito obrigada!

Por fim, não poderia deixar de agradecer à Nena que além de ser orientadora é também nossa psicóloga e mãe. Obrigada por me aturar todos esses anos e ter paciência na hora de me explicar o que é uma ANCOVA. Além disso, gostaria de enfatizar também que apesar de toda a crise que a nossa universidade vem passando e com tantos “pepinos” pra resolver, a Nena nunca perdeu o bom humor e esse sorriso lindo no rosto. Obrigada e pode deixar que o artigo vai sair!

Quero agradecer a todos os funcionários da UERJ, que de alguma forma me ajudaram. Agradeço também à equipe do CEADS, tanto a do Rio de Janeiro como a da Ilha Grande. Obrigada por permitirem que o nosso trabalho tenha sido realizado.

Agradeço também as bolsas que recebi da CAPES, FAPERJ e CNPq.

## RESUMO

MATOS, Ana Carolina Lacerda de. *Bom para quem? Influências positivas e negativas de uma espécie exótica invasora sobre populações de pequenos mamíferos*. 2017. 47f. Dissertação (Mestrado em Ecologia e Evolução) - Instituto de Biologia Roberto Alcântara Gomes, Universidade do Estado do Rio de Janeiro, Rio de Janeiro, 2017.

Neste estudo nós buscamos avaliar como as populações de duas espécies de pequenos mamíferos, *Trinomys iheringi* e *Didelphis aurita*, se comportaram antes, durante e depois do controle da espécie exótica invasora, *Artocarpus heterophyllus* (jaqueira). O trabalho foi realizado no Parque Estadual da Ilha Grande que está situado no município de Angra dos Reis. A captura dos pequenos mamíferos ocorreu no entorno da Vila Dois Rios, no período de junho de 2006 a julho de 2016, totalizando 93 campanhas mensais. Para analisar os efeitos dos parâmetros demográficos do roedor, *Trinomys iheringi* e do marsupial, *Didelphis aurita* geramos modelos matemáticos a partir de parâmetros de acordo com o que queremos responder. As análises foram feitas apenas com as duas espécies mais abundantes, *Trinomys iheringi* e *Didelphis aurita*. Para a espécie de *T. iheringi* capturamos um total de 374 indivíduos e para *D. aurita*, 126 indivíduos. Para ambas as espécies, o maior número de indivíduos capturados ocorreu nas áreas com jaqueira (252 indivíduos de *T. iheringi* e 126 de *D. aurita*), enquanto que nas áreas sem jaqueira capturamos 122 e 32 indivíduos, respectivamente. Nossos resultados corroboraram nossas hipóteses de estudo de que as populações dos pequenos mamíferos responderam positivamente as elevadas densidades de jaqueiras antes do início do tratamento de controle. Contudo, após o início do controle as populações dos pequenos mamíferos tenderam a baixar, uma vez que a jaca é um recurso utilizado por ambas as espécies. Conseqüentemente, a baixa disponibilidade de frutos e sementes de jaqueiras após o tratamento levou, de forma geral, a uma diminuição no fator de condição daqueles indivíduos que estavam em áreas com jaqueiras.

Palavras-chave: Interação animal-planta. Parque Estadual da Ilha Grande. Mata Atlântica. Abundância. Jaqueiras.

## ABSTRACT

MATOS, Ana Carolina Lacerda de. *Good for whom? Positive and negative influences of an invasive exotic species on small mammals populations*. 2017. 47f. Dissertação (Mestrado em Ecologia e Evolução) – Instituto de Biologia Roberto Alcântara Gomes, Universidade do Estado do Rio de Janeiro, Rio de Janeiro, 2017.

In this study, we sought to evaluate how populations of two small mammal species, *Trinomys iheringi* and *Didelphis aurita*, behaved before, during and after the control of the alien species *Artocarpus heterophyllus* (jackfruit). The work was carried out in Ilha Grande State Park, located in the municipality of Angra dos Reis. The capture of small mammals occurred in the vicinity of Vila Dois Rios, from June 2006 to July 2016, totaling 93 monthly campaigns. To analyze the effects of the rodent demographic parameters, *Trinomys iheringi* and the marsupial, *Didelphis aurita*, we created mathematical models from parameters according to what we want to answer. The analyzes were done only with the two most abundant species, *Trinomys iheringi* and *Didelphis aurita*. For the *T. iheringi* species we captured a total of 374 individuals and for *D. aurita*, 126 individuals. For both species, the largest number of individuals captured occurred in the areas with jackfruits (252 individuals of *T. iheringi* and 126 of *D. aurita*), while in the areas without jackfruits we captured 122 and 32 individuals, respectively. Our results corroborate our hypothesis that small mammal populations responded positively to high density of jackfruits prior to initiation of control treatment. However, after the beginning of the control, the populations of the small mammals tend to diminish, since the jackfruit is a resource used by the two species. Consequently, the low availability of fruits and seeds of coats after treatment led, in general, to a decrease in the condition factor of individuals who were in areas with jackfruits.

Keywords: Animal-plant interaction. Ilha Grande State Park. Atlantic Forest. Abundance. Jackfruits.

## LISTA DE ILUSTRAÇÕES

Figura 1 -	Jaqueira frutificando na grade CF, localizada ao longo da trilha que liga a Vila Dois Rios à Praia da Parnaioca.....	15
Figura 2 -	Fotografia dos tratamentos realizados nos indivíduos de <i>A. Heterophyllus</i> .....	18
Figura 3-	Colônia Agrícola do Distrito Federal (CADF). Vila Dois Rios. Vista da plantação de aipim e milho, 1947.....	19
Figura 4 -	Imagem das duas espécies que avaliamos neste trabalho. À esquerda <i>Didelphis aurita</i> e à direita <i>Trinomys iheringi</i> .....	20
Figura 5 -	Imagem de satélite dos locais onde foram instaladas as grades de captura de mamíferos no entorno da Vila dois Rios, Angra dos Reis, RJ.....	20
Figura 6 -	Esquema ilustrativo da divisão do período de estudo .....	22
Figura 7 -	Gráfico que relaciona no eixo y o tamanho populacional (N) de <i>T. iheringi</i> no período “antes” e no eixo x o número de jaqueiras adultas no período “antes”.....	28
Figura 8 -	Gráfico que relaciona no eixo y o tamanho populacional (N) de <i>D. aurita</i> no período “antes” e no eixo x o número de jaqueiras adultas no período “antes” do tratamento.....	31
Figura 9 -	Relação da massa corporal de <i>T. iheringi</i> (eixo y) e o tamanho da cauda (eixo x) no período “antes” do tratamento das jaqueiras.....	34
Figura 10 -	Relação da massa corporal de <i>T. iheringi</i> (eixo y) e o tamanho da cauda (eixo x) no período “durante” o tratamento das jaqueiras.....	34
Figura 11 -	Relação da massa corporal de <i>T. iheringi</i> (eixo y) e o tamanho da cauda (eixo x) no período “depois” do tratamento das jaqueiras. jaqueiras.....	35
Figura 12-	Relação da massa corporal de <i>D. aurita</i> (eixo y) e o tamanho da cauda (eixo x) no período “antes” do tratamento das jaqueiras.....	35

Figura 13 -	Relação da massa corporal de <i>D. aurita</i> (eixo y) e o tamanho da cauda (eixo x) no período “durante” o tratamento das jaqueiras.....	36
Figura 14 -	Relação da massa corporal de <i>D. aurita</i> (eixo y) e o tamanho da cauda (eixo x) no período “depois” do tratamento das jaqueiras.....	36
Tabela 1 -	Quantidade de jaqueiras adultas que variou entre as grades de estudo e entre os períodos estudados, assim como a quantidade de indivíduos de mamíferos capturados.....	25
Tabela 2 -	Modelos que selecionamos para cada grade de estudo para <i>T. iheringi</i> .....	26
Tabela 3 -	Tabela dos modelos que selecionamos para cada grade de estudo para <i>D. aurita</i> .....	29
Tabela 4 -	Fatores de condição de <i>T. iheringi</i> nos períodos “antes”, “durante” e “depois” do tratamento das jaqueiras.....	32
Tabela 5 -	Fatores de condição de <i>D. aurita</i> nos períodos “antes”, “durante” e “depois” do tratamento das jaqueiras.....	33

## SUMÁRIO

	<b>INTRODUÇÃO.....</b>	12
1	<b>MATERIAL E MÉTODOS.....</b>	17
1.1	<b>Área de estudo.....</b>	17
1.2	<b>Coleta de dados.....</b>	19
1.3	<b>Análise de dados.....</b>	21
1.4	<b>Variação da densidade ao longo do tempo e fator de condição.....</b>	23
2	<b>RESULTADOS.....</b>	24
3	<b>DISCUSSÃO.....</b>	37
	<b>REFERÊNCIAS.....</b>	43

## INTRODUÇÃO

Grande parte da diversidade de organismos na terra é resultado da interação entre as espécies que permite a sobrevivência e reprodução das mesmas. Muitas espécies parasitam, competem, predam e interagem de forma mutualística com outras espécies (Del-Claro e Torezan-Silingardi, 2012). As interações entre animais e plantas são diversas e sabe-se que os animais não só evoluíram a capacidade de alimentar-se diretamente de tecidos vegetais, mas as plantas evoluíram a capacidade de interação com os animais. A maior parte das plantas existentes depende de animais para polinizar suas flores e dispersar suas sementes (Ollerton et al. 2011; Medel et al. 2009). Portanto, a rede de interações entre plantas e animais de qualquer ecossistema envolve uma combinação de relações mutualísticas e antagonistas que varia entre as espécies e os ecossistemas (Carvalho et al. 2008; Medel et al. 2009).

Considerando as diversas interações que ocorrem entre plantas e animais que podemos observar, algumas ocorrem entre animais e plantas exóticas invasoras. De acordo com as definições adotadas pela Convenção Internacional sobre a Diversidade Biológica (CDB, 1992) na sexta Conferência das Partes (COP-6, Decisão VI/23, 2002), uma espécie é considerada exótica ou introduzida quando consegue se estabelecer em um local diferente ao de sua distribuição natural em função de introdução mediada voluntária ou involuntariamente por ações humanas. Se a espécie exótica é capaz de se reproduzir gerando descendentes férteis e com alta probabilidade de permanecer no novo hábitat, ela é considerada estabelecida. Caso a espécie estabelecida consiga ampliar sua distribuição no novo hábitat, podendo ameaçar as espécies nativas do local, ela passa a ser considerada uma espécie exótica invasora (Richardson et al. 2000).

As espécies exóticas invasoras podem ameaçar a biodiversidade nativa onde são introduzidas, já que podem exercer influências negativas nas comunidades e populações. Os efeitos que as espécies invasoras exercem podem estar relacionados à alteração de parâmetros demográficos de populações nativas, como abundância sobrevivência e fator de condição, podendo levar a extinção de algumas espécies (e.g. Johnson et al. 2009). Pyšek et al. (2012), em uma revisão, abordaram a relação de impactos em diversas características relacionadas às espécies nativas. Os resultados dessa revisão mostraram que em 88,9% dos estudos, a abundância, riqueza e fecundidade das espécies nativas foram impactadas na presença de espécies invasoras. Segundo esses autores, muitos estudos avaliaram as características que

determinam a invasão (e.g Hejda et al. 2009; Simberloff et al. 2013). Porém, se as características que contribuem com a invasão são também as mesmas responsáveis pelo impacto, ainda é algo pouco explorado (Pyšek et al. 2012).

Muitas vezes as espécies exóticas invasoras são protagonistas destas interações entre plantas e animais, e o resultado se positivo ou negativo para as espécies nativas, é relativo (Davis et al. 2011; Parker et al. 2013). Apesar de muitos estudos apontarem o malefício que as espécies invasoras causam para as espécies nativas, alguns estudos mostram que a retirada de uma espécie exótica invasora, quando bem estabelecida e predominante, pode prejudicar o funcionamento de uma determinada comunidade. Um estudo simulou as conseqüências da retirada de espécies de plantas exóticas invasoras de uma região da Inglaterra, onde a espécie nativa *Trinia glauca* (Apiaceae) ocorre. Esta simulação mostrou que apesar de encontrarem efeitos positivos e neutros com a retirada das espécies exóticas invasoras, um efeito negativo também foi encontrado, uma vez que a remoção das espécies invasoras causou uma queda nas populações de formigas nativas, reduzindo em 85,2% o número de visitas desses polinizadores (Carvalho et al. 2008). Assim, pode-se dizer que apesar das interações entre plantas e animais ser um tema amplamente discutido, ainda há muitas dúvidas sobre os mecanismos e conseqüências das interações entre espécies exóticas invasoras e espécies nativas.

Alguns estudos vêm mostrando a interação entre animais e plantas onde as espécies exóticas invadiram o ecossistema (Calvino-Cancela, 2011; Downing e Liu, 2012; Shiels et al. 2014). As plantas invasoras podem facilitar a invasão de animais exóticos, como também podem se integrar às comunidades por meio de interações com espécies nativas. Na Califórnia, as plantas exóticas invasoras contribuíram para a invasão de um herbívoro exótico generalista, *Epiphyas postvittana* (Tortricidae). Os resultados mostraram que a sobrevivência de larvas e o peso das pupas de *E. postvittana* foram ambos maiores e o tempo de desenvolvimento das larvas foi mais curto sobre as espécies invasoras para dois gêneros de plantas. Tais resultados sugerem que a invasão prévia de plantas invasoras poderia funcionar como um catalisador para a invasão de um inseto herbívoro exótico (Engelkes e Mills, 2013). Outro estudo examinou a qualidade das interações de diferentes animais (exóticos e nativos) e plantas através da dispersão de sementes de espécies invasoras do gênero *Opuntia* (Cactaceae). Eles consideraram como qualidade da interação a espessura, viabilidade e germinação, que pode depender tanto da identidade do dispersor e das espécies de plantas. Os resultados mostraram como diferentes espécies de *Opuntia* são integradas em comunidades

nativas por meio de interações mutualísticas, com dispersores nativos e invasores, que incluem aves, répteis e pequenos mamíferos. Embora com efeitos heterogêneos, qualquer tipo de dispersor potencialmente contribui para a disseminação desses cactos invasores nas áreas receptoras (Padrón et al. 2011).

A jaqueira, *Artocarpus heterophyllus* (Moraceae) é uma planta originária do sudeste asiático e ocasionalmente é encontrada em ilhas do Pacífico (Abreu e Rodrigues, 2010). No Brasil ela foi introduzida em 1683 durante o período colonial no Estado do Bahia (Ferrão, 1993). Dois decretos reais ofereciam vantagens a quem plantasse espécies exóticas com valor econômico (Dean, 2002). Esses dois decretos adicionados a algumas características da jaqueira como ação alelopática (Perdomo e Magalhães, 2007; Prakash et al. 2009) e grande produção de propágulos (Fabricante et al. 2012), contribuíram para sua invasão em diversas regiões do Brasil. A jaqueira produz o maior fruto em árvore, podendo ultrapassar 30 kg e mais de 500 sementes por fruto. Conseqüentemente, alguns estados brasileiros já apresentam problemas causados pela jaqueira e sua invasão já é observada em Unidades de Conservação (Boni et al. 2009; Abreu e Rodrigues, 2010; Bergallo et al. 2016). No Parque Estadual da Ilha Grande, a jaqueira foi observada em 17 de 23 trilhas amostradas e sua densidade variou de 0 a 283 plantas/ha (Bergallo et al. 2016) (Figura 1). Um dos efeitos observados foi o aumento das populações do rato-de-espinho *Trinomys iheringi* (Mello et al. 2015). Esta espécie invasora pode atrair uma quantidade diversa de mamíferos que podem fazer o papel de dispersores. O período de frutificação da jaqueira é longo, vai de outubro a março, e alguns indivíduos foram observados frutificando fora desse período (Mello et al. 2015).

Figura 1- Jaqueira frutificando na grade CF, localizada ao longo da trilha que liga a Vila Dois Rios à Praia da Parnaioca.



Fonte: José Mello, 2012.

As espécies de roedores do gênero *Trinomys* (Família Echimyidae) têm uma ampla distribuição ao longo da Mata Atlântica (Lara et al. 2002). Seis espécies do gênero *Trinomys* podem ser encontradas no Estado do Rio de Janeiro (Attias et al. 2009), entre elas *Trinomys iheringi* (Thomas, 1911) que ocorre na Ilha Grande. *Trinomys iheringi* é uma espécie frugívora (Oliveira e Bonvicino, 2006) e na Ilha Grande, sementes de espécies dos gêneros *Piper*, *Ficus*, *Miconia*, *Cecropia*, entre outras, foram encontradas em suas fezes (J.H. Mello, com. pes.) e o consumo de sementes de jaca foi observado com uso de armadilha fotográfica (D.S.L.Raíces, com. pes.). Já o marsupial *Didelphis aurita* Wied-Neuwied, 1826, é uma das espécies de marsupiais mais comuns na Região Neotropical (Cáceres e Monteiro-Filho, 2000). Com ampla distribuição, essa espécie ocorre do nordeste do Brasil até o Paraguai e norte da

Argentina (Gardner, 1993; Cerqueira e Lemos, 2000). *Didelphis aurita* é uma espécie onívora que foi observada consumindo polpa de jaca no Parque Estadual da Ilha Grande (D.S.L. Raíces, com.pes.).

O Laboratório de Ecologia de Mamíferos da Universidade do Estado do Rio de Janeiro (UERJ) vem desenvolvendo um trabalho ao longo de vários anos que objetiva avaliar se e como uma comunidade de pequenos mamíferos de Mata Atlântica responde à presença da jaqueira, *Artocarpus heterophyllus* (Raíces, 2011). Raíces (2011) mostrou que as jaqueiras influenciavam a composição e a abundância das espécies de pequenos mamíferos e que a abundância de sementes nativas dispersadas também foi afetada pela presença das jaqueiras.

Diante disso, o presente trabalho propôs avaliar como as populações de duas espécies de pequenos mamíferos, *Trinomys iheringi* e *Didelphis aurita*, se comportaram antes, durante e depois do controle das jaqueiras, respondendo as seguintes questões:

- 1) Como flutuou o tamanho populacional de *T. iheringi* e *D. aurita*, antes, durante e depois do tratamento das jaqueiras na área de estudo?
- 2) Em que nível as diferentes densidades de jaqueira na área de estudo influenciaram nas densidades das duas espécies de pequenos mamíferos?
- 3) O fator de condição de machos e fêmeas de *T. iheringi* e *D. aurita* diferiu antes, durante e depois do tratamento das jaqueiras na área de estudo?

Nossas hipóteses de estudo são que as populações dos pequenos mamíferos responderam positivamente as elevadas densidades de jaqueira antes do início do tratamento de controle. Contudo, após o início do controle as populações dos pequenos mamíferos tenderam a baixar, uma vez que a jaca é um recurso utilizado por ambas as espécies. Durante o tratamento não esperávamos encontrar diferença nos fatores de condição dos pequenos mamíferos devido ao tempo de resposta que os animais necessitam para responder à diminuição da densidade de jaqueiras. Mas, conseqüentemente, a baixa disponibilidade de frutos e sementes de jaqueiras após o tratamento levaria a uma diminuição no fator de condição daqueles indivíduos que estavam em áreas com jaqueiras.

## 1. MATERIAL E MÉTODOS

### 1.1. Área de Estudo

O trabalho foi realizado no Parque Estadual da Ilha Grande que está situado no município de Angra dos Reis (23° 05' – 23° 15'S; 44° 05' – 44° 23' W) na região turística da Costa Verde, no Sudeste do Brasil (Saraça et al. 2009). A Ilha Grande é a terceira maior ilha da costa brasileira, possuindo uma área de aproximadamente 19.300 ha (Alho et al. 2002). O isolamento geográfico do continente se dá por um canal com cerca de 2 km de extensão, estabelecido há cerca de 10 mil anos (Alves et al. 2005; Santos et al. 2010).

A precipitação média anual varia de 1.515 mm a 2.200 mm, com períodos mais chuvosos entre setembro e abril (INMET, 2016). O ponto mais alto da ilha é o Pico da Pedra Branca com 1031 m.a.s.l. (Gama et al. 2009). Mais de 50% de seu território é coberto por Floresta Ombrófila Densa em diversos estados de conservação (Santos et al. 2010), mas outras coberturas, como restingas, afloramentos rochosos, e manguezais podem ser observados (Alho et al. 2002).

Historicamente, a Ilha Grande foi habitada pelos índios Tamoios no século XVI e foi cedida pela Coroa Portuguesa a Don Vicente da Fonseca em 1559. Porém, sua colonização somente teve início no século XVIII, quando se tornou ponto de escravos vindos da África (Capaz, 1988). Posteriormente, a Ilha Grande teve desenvolvimento agrícola durante o século XVIII, com cultivos de cana-de-açúcar, café, laranja e banana, mas devido a problemas como a mão-de-obra escassa seu declínio foi mais acentuado do que no continente (Oliveira, 2002; 2008) (Figura 3). Hoje, cerca de 80% do território da Ilha Grande é protegido pelo Parque Estadual da Ilha Grande e pela Reserva Biológica da Praia do Sul.

Em 2009, iniciou-se então um projeto de controle das jaqueiras, avaliando dois métodos, o químico, com injeção de herbicida (Garlon) e o físico, através do anelamento, quanto à efetividade, aplicabilidade e custo (Moura e Bergallo 2010). Este projeto de controle foi continuado até 2014, quando novos indivíduos de jaqueiras e indivíduos que não vieram a fenecer com o tratamento químico, foram re-injetados com uma nova dosagem de herbicida (Gaspar, 2015).

Entre os meses de fevereiro de 2007 e março de 2008, foi feito um censo das jaqueiras em cada grade de captura de mamíferos. Com o auxílio de uma fita métrica foram anotadas

todas as jaqueiras com o DAP (diâmetro na altura do peito) igual ou superior a 5 cm. Como um animal pode ser atraído para a área da grade por alimento disponível nas suas mediações, para verificar as densidades de jaqueiras, as buscas por jaqueiras foram ampliadas em 20 m além da grade de captura de pequenos mamíferos, aumentando a área das grades passando de 0,16 ha para 0,64 ha (D. Raíces, comunicação pessoal). Como as jaqueiras com menor DAP frutificando na área de estudo apresentavam DAP=15,5 cm, considerou-se essa medida para separar as plantas jovens (que não frutificam) das adultas.

Em outubro de 2009, iniciaram-se os tratamentos químicos e físicos para controle das jaqueiras e levaram cerca de doze meses para serem concluídos (Figura 2). Todos os indivíduos de jaqueira presentes nas 10 parcelas com diâmetro na altura do peito (DAP) acima de 15 cm foram medidos, marcados e estimada a altura do fuste (medida do chão até a primeira bifurcação). O controle foi direcionado apenas a estes indivíduos (DAP>15 cm), sendo o tratamento físico aplicado em cinco parcelas e o tratamento químico em outras cinco parcelas distintas (Moura e Bergallo 2010). Das 10 parcelas amostradas, 318 árvores foram submetidas ao tratamento físico (n=198) ou químico (n=120). O número final de árvores mortas no tratamento químico foi de 20% de 12% no método físico no final do ano de 2009.

Figura 2- Tratamento jaqueiras.



Legenda: À esquerda o anelamento (tratamento físico) e à direita a aplicação de herbicida (tratamento químico).  
Fonte: Ciro Moura, 2011.

Em 2013, foi feito um levantamento dos indivíduos remanescentes do estudo realizado por Moura e Bergallo (2010), que não morreram após submetidos ao controle químico. Sessenta e seis indivíduos sobreviventes localizados nas cinco grades tratadas quimicamente

do estudo anterior foram re-submetidos ao controle químico (M. Gaspar, comunicação pessoal). Apenas três indivíduos sobreviveram após a reaplicação do produto químico.

Figura 3 - Colônia Agrícola do Distrito Federal (CADF). Vila Dois Rios.



Legenda: Vista da plantação de aipim e milho, 1947.  
Fonte: Acervo do Arquivo Nacional, 2017.

## 1.2. Coleta de Dados

A captura dos pequenos mamíferos ocorreu no entorno da Vila Dois Rios (Figura 4), no período de junho de 2006 a julho de 2016, totalizando 93 campanhas mensais. As coletas foram feitas em 18 grades de estudo, dez grades com jaqueiras e oito sem jaqueiras. Cada grade possui 1600 m<sup>2</sup>, distando entre si no mínimo 200 m. As grades com jaqueiras foram nomeadas com a letra C e as grades sem jaqueiras com a letra S (Figura 5). Para realizar a captura dos animais em cada área, nós colocamos nove armadilhas dispostas em três transectos de 40 metros de extensão e paralelos 20 metros entre si. Desse modo, as armadilhas de solo ficaram distantes entre si 20 metros (nas distâncias 0, 20 e 40 m) cobrindo uma área de 0,16 ha. Além disso, colocamos mais duas armadilhas nas árvores por grade, uma no sub-bosque e outra próxima ao dossel. As armadilhas colocadas no sub-bosque eram presas em galhos paralelos ao solo em alturas que variavam entre 1,5 m e 2,5 m. As armadilhas próximas ao dossel das árvores foram presas em galhos bifurcados, em alturas variando entre 4,5 m e 12 m.

Figura 4 – Imagem ilustrativa das duas espécies que avaliamos neste trabalho.



Legenda: À esquerda *Didelphis aurita* e à direita *Trinomys iheringi*.  
Fonte: Daniel Raíces, 2011.

Figura 5- Imagem de satélite dos locais onde foram instaladas as grades de captura de mamíferos.



Legenda: Em amarelo as grades sem jaqueiras e em vermelho as grades com jaqueiras.  
Fonte: Google Earth, 2017.

As armadilhas permaneceram abertas durante toda a noite durante três noites consecutivas e foram checadas a cada manhã. Cada grade foi armadilhada bimestralmente. As armadilhas utilizadas foram de captura-viva, dos tipos Sherman e Tomahawk. A isca utilizada para captura dos mamíferos foi somente banana. Os pequenos mamíferos foram marcados por brincos numerados (Powel e Proulx, 2003) e com furos nas orelhas (Bergallo, 1996).

### 1.3. Análise dos Dados

A abundância foi calculada através da fórmula utilizada para modelos fechados no Programa Mark:  $N = f_0 + M_t + 1$ . Onde  $N$  é um valor estimado para a abundância,  $f_0$  é o número de indivíduos que nunca foram capturados e  $M_{t+1}$  é o número de animais conhecidos e marcados que estão na população.

Para analisar como flutuou o tamanho populacional do roedor, *Trinomys iheringi* e do marsupial, *Didelphis aurita* antes, durante e depois do tratamento das jaqueiras foi utilizado o programa Mark (Cooch e White, 2013). Esse programa gera modelos matemáticos a partir de parâmetros que são inseridos de acordo com o que queremos responder. No programa Mark, escolhemos utilizar o sub-modelo “POPAN”, que considera a população fechada entre os eventos de coleta. Este modelo permite que possamos estimar parâmetros como:  $\phi$  (sobrevivência),  $p$  (probabilidade de captura, dado que o animal está vivo e dentro da área de estudo),  $pent$  (probabilidade de entrada na população na ocasião) e  $N$  (tamanho da população). Para  $t$  ocasiões temos as estimativas de sobrevivência ( $t-1$ ), estimativas de probabilidade de captura ( $t$ ), estimativas de  $pent$  ( $t-1$ ) e a estimativa do tamanho populacional ( $1$ ). As estimativas de  $pent$  ( $t-1$ ) correspondem à probabilidade de entrada para as ocasiões 2,3...,  $t$ . A probabilidade de estar na população na primeira ocasião é igual a:  $pent(0) = 1 - \sum(pent(i))$ . A função MLogit fornece uma restrição que faz a soma dos parâmetros de  $pent \leq 1$ , com a probabilidade de ocorrer na população na primeira ocasião como  $1 - \sum(pent(t))$ . Um exemplo de como restringir parâmetros dentro de uma função MLogit que também é fornecida, ocorre quando a convergência deste modelo é problemática a menos que a função MLogit seja usada com os parâmetros  $pent$ .

Para analisar os dados no programa Mark, nós dividimos o período de estudo em três fases: (1) antes do controle das jaqueiras, que abrangue o período de junho de 2006 até novembro de 2010, (2) durante o controle das jaqueiras, que abrangue o período de dezembro de 2010 até maio de 2013 e (3) depois do controle das jaqueiras, que compreendeu o período de junho de 2013 até julho de 2016 (Figura 6). Tal divisão se fez necessária para que tivéssemos maior clareza da flutuação das populações ao longo dos períodos de controle das jaqueiras. Para cada fase nós analisamos separadamente cada grade de estudo. Para cada grade de estudo nós criamos quatro modelos que pudessem explicar de forma mais adequada os nossos dados e que tivessem um sentido biológico plausível para a dinâmica das populações estudadas.

Figura 6 - Esquema ilustrativo da divisão do período de estudo.



Legenda: Período de estudo dividido em três fases: (1) antes do controle das jaqueiras, que abrange o período de junho de 2006 até novembro de 2010, (2) durante o controle das jaqueiras, que abrangeu o período de dezembro de 2010 até maio de 2013 e (3) depois do controle das jaqueiras, que compreendeu o período de junho de 2013 até julho de 2016.

Fonte: A autora, 2017.

A partir do conjunto de modelos candidatos definido a priori, ordenamos os modelos com base no Critério de Informação de Akaike - AICc, ajustado para amostras pequenas (Burnham e Anderson, 2002). Segundo este método, o modelo melhor ajustado é o que apresenta o menor valor de AICc. Além do melhor modelo ajustado, aqueles modelos que obtiveram um valor de  $\Delta AICc < 2$  também são considerados adequados.  $\Delta AICc$  descreve a diferença entre um determinado modelo e o modelo com o menor AICc (Sugiura, 1978; Hurvich e Tsai, 1989). Para cada modelo é fornecido o valor de AICcWeight que descreve a probabilidade do modelo ser plausível para a realidade dos dados. Os parâmetros poderiam ser constantes (caracterizados com um ponto entre parênteses), ou variar ao longo do tempo (t).

Nós utilizamos a Análise de Covariância para testar os efeitos e interações de uma variável categórica (Período – antes, durante ou depois) com a covariável número de jaqueiras para explicar o tamanho populacional de *T. iheringi* e *D. aurita*. As análises foram realizadas no programa Systat 13.0.

#### 1.4. Variação da densidade ao longo do tempo e fator de condição

Para compararmos a variação da densidade das duas espécies ao longo do tempo, tendo a quantidade de jaqueiras como covariável, nós fizemos uma ANCOVA. Para isso, utilizamos o seguinte modelo separadamente para as duas espécies para executar a análise:

$$N = \text{constant} + \text{jaq\_adulta} + \text{tempo} + \text{jaq\_adulta} * \text{tempo}$$

$$N = \text{constant} + \text{jaq\_adulta} + \text{tempo}$$

No primeiro modelo temos N, que é a estimativa de pequenos mamíferos, constant é a constante utilizada no modelo para realizar o cálculo, jaq\_adulta é o número de jaqueiras adultas de cada área e tempo é o período de meses no qual realizamos o estudo. O primeiro modelo testa se há uma interação entre a quantidade de jaqueiras adultas nas grades e o tempo. Não havendo interação, o segundo modelo testa se há um efeito do tempo.

Nós comparamos a condição das duas espécies nos períodos, antes, durante e depois e entre as grades com e sem jaqueiras. O fator de condição foi estimado como o resíduo da regressão entre o logaritmo neperiano da massa (Ln Massa) e o logaritmo neperiano do tamanho da cauda (Ln Cauda). É importante ressaltar que o fator de condição foi baseado na relação entre massa e tamanho do corpo. Utilizamos o tamanho da cauda como um “proxy” para o tamanho do corpo. Assim, espera-se que em períodos de maior disponibilidade de recursos alimentares ou em áreas com maior disponibilidade de recursos alimentares, a massa dos animais esteja acima da média.

Para testar tais hipóteses, nós utilizamos (Grades – com ou sem jaqueiras) com a covariável (Ln Cauda) que está relacionada com a variável dependente (Ln Massa). Para isso, utilizamos o seguinte modelo separadamente para as duas espécies para executar a análise:

$$\text{Ln Massa} = \text{constant} + \text{LnCauda} + \text{grade} + \text{Ln Cauda} * \text{grade}$$

$$\text{Ln Massa} = \text{constant} + \text{LnCauda} + \text{grade}$$

As análises de ANCOVA foram realizadas no programa Systat 13.0.

## 2. RESULTADOS

Das 15 espécies capturadas, nove eram da Ordem Rodentia: a paca *Cuniculus paca* (Linnaeus, 1766), a cutia *Dasyprocta aguti* (Linnaeus, 1766), o rato-do-arroz *Euryoryzomys russatus* (Winge, 1887), o esquilo *Guerlinguetus ingrami* (Thomas, 1901), o rato-d'água *Nectomys squamipes* (Brants, 1827), o rato-toupeira *Oxymycterus dasytrichus* (Schinz, 1821), os ratos arborícolas *Phyllomys pattoni* Emmons, Leite, Kolk e Costa, 2002 e *Rhipidomys itoan* Costa, Geise, Pereira & Costa, 2011. e o rato-de-espinho *Trinomys iheringi* (Thomas, 1911); quatro espécies da Ordem Didelphimorphia: o gambá *Didelphis aurita* Wied-Neuwied, 1826, a cuíca *Gracilinamus microtarsus* (Wagner, 1842), a cuíca *Marmosops incanus* (Lund, 1840) e a catita *Monodelphis americana* (Muller, 1776); uma espécie de Primates: o mico-estrela *Callithrix jacchus* (Linnaeus, 1758) hibridizado com *Callithrix penicillata* (Hershkovitz, 1977) e uma da Ordem Cingulata, o tatu-galinha *Dasypus novemcinctus* Linnaeus, 1758.

As análises foram feitas apenas com as duas espécies mais abundantes, *Trinomys iheringi* e *Didelphis aurita*. Para a espécie de *T. iheringi* capturamos um total de 374 indivíduos e para *D. aurita*, 126 indivíduos. Para ambas as espécies, o maior número de indivíduos capturados ocorreu nas áreas com jaqueira (252 indivíduos de *T. iheringi* e 126 de *D. aurita*), enquanto que nas áreas sem jaqueira capturamos 122 e 32 indivíduos, respectivamente. A quantidade de jaqueiras adultas variou entre as grades de estudo e entre os períodos estudados, bem como a quantidade de indivíduos capturados (Tabela 1).

Tabela 1- Quantidade de jaqueiras adultas e quantidade de indivíduos de mamíferos capturados que variou entre as grades de estudo e entre os períodos estudados.

Parcelas	<i>Trinomys iheringi</i>			<i>Didelphis aurita</i>			<i>Artocarpus heterophyllus</i>		
	Antes	Durante	Depois	Antes	Durante	Depois	Antes	Durante	Depois
CA	12	-	-	4	-	2	5	6	3
CB	21	4	3	-	-	3	33	31	11
CC	14	4	2	4	-	-	41	58	58
CD	28	2	5	3	3	-	36	28	10
CE	14	10	8	4	-	-	67	64	64
CF	27	4	2	6	7	2	23	20	8
CG	23	8	4	6	4	-	50	33	33
CH	7	-	-	4	3	3	4	4	4
CI	17	8	6	8	4	4	20	16	16
CJ	17	4	6	5	2	4	19	15	5
SA	12	8	5	-	-	-	0	0	0
SB	10	3	4	-	-	-	0	0	0
SC	-	-	-	-	-	3	0	0	0
SD	6	2	-	2	3	-	0	0	0
SE	16	3	-	-	-	-	0	0	0
SF	13	-	-	3	2	2	0	0	0
SG	7	3	3	-	-	-	0	0	0
SH	13	6	7	2	4	3	0	0	0

Fonte: A autora, 2017.

### *Trinomys iheringi*

Dentre os quatro modelos criados para cada área de estudo o que respondeu da forma mais adequada aos dados de *Trinomys iheringi* durante o período anterior ao tratamento das jaqueiras foi o:  $\{N(.) \phi(.) \text{pent}(t) p(t)\}$ . Neste modelo, o tamanho populacional (N) estimado para a população foi considerado constante, assim como a sobrevivência ( $\phi$ ). A probabilidade de entrada de novos indivíduos ( $\text{pent}$ ) e a probabilidade de captura ( $p$ ) variaram

com o tempo. Para o período que consideramos durante o tratamento das jaqueiras, o modelo que melhor se ajustou aos nossos dados foi o: {N(.) pent(.) p(.) phi(.)}. Neste modelo todos os parâmetros considerados foram constantes. O mesmo modelo foi também o que melhor respondeu ao período depois do tratamento das jaqueiras (Tabela 2). Nem sempre foi possível obter modelos adequados para todas as grades nos diferentes períodos, devido aos baixos números de captura e recaptura e por isso as retiramos das análises.

Tabela 2 – Modelos que selecionamos para cada grade de estudo para *T. iheringi* (continua).

Grade	Modelo	AICc	w	N
<i>Trinomys iheringi</i> – Antes do tratamento de jacas				
CB	{N(.) pent(t) p(t) phi(t)}	17.0472	1	128
CC	{N(.) pent(t) p(t) phi(t)}	-34.5197	1	128
CD	{N(.) pent(t) p(t) phi(t)}	1.9410	1	128
CE	{N(.) pent(t) p(t) phi(t)}	-20.2503	1	128
CF	{N(.) pent(t) p(t) phi(t)}	-14.2590	1	128
CG	{N(.) pent(t) p(t) phi(t)}	29.5019	1	128
CH	{N(.) pent(t) p(t) phi(t)}	22.5522	1	128
CI	{N(.) pent(t) p(t) phi(.)}	-151.5882	1	44
CJ	{N(.) pent(t) p(t) phi(.)}	-341.5525	1	44
SB	{N(.) pent(t) p(t) phi(t)}	-14.2776	0.9992	128
SD	{N(.) pent(t) p(t) phi(.)}	-4.7728	1	44
SE	{N(.) pent(t) p(t) phi(.)}	-283.7417	1	44
SF	{N(.) pent(t) p(t) phi(.)}	-44.3399	1	44
SG	{N(.) pent(t) p(t) phi(.)}	-18.9286	0.99690	44
SH	{N(.) pent(t) p(t) phi(.)}	-67.3353	1	44
<i>Trinomys iheringi</i> - Durante				
CB	{N(.) pent(t) p(t) phi(.)}	-12.0341	0.95180	36
CC	{N(.) pent(t) p(t) phi(t)}	-3.5034	1	104
CD	{N(.) pent(.) p(.) phi(.)}	-6.7196	0.59720	4
CE	{N(.) pent(.) p(t) phi(t)}	-32.5165	0.99997	36
CF	{N(.) pent(t) p(t) phi(t)}	-4.2883	1	104

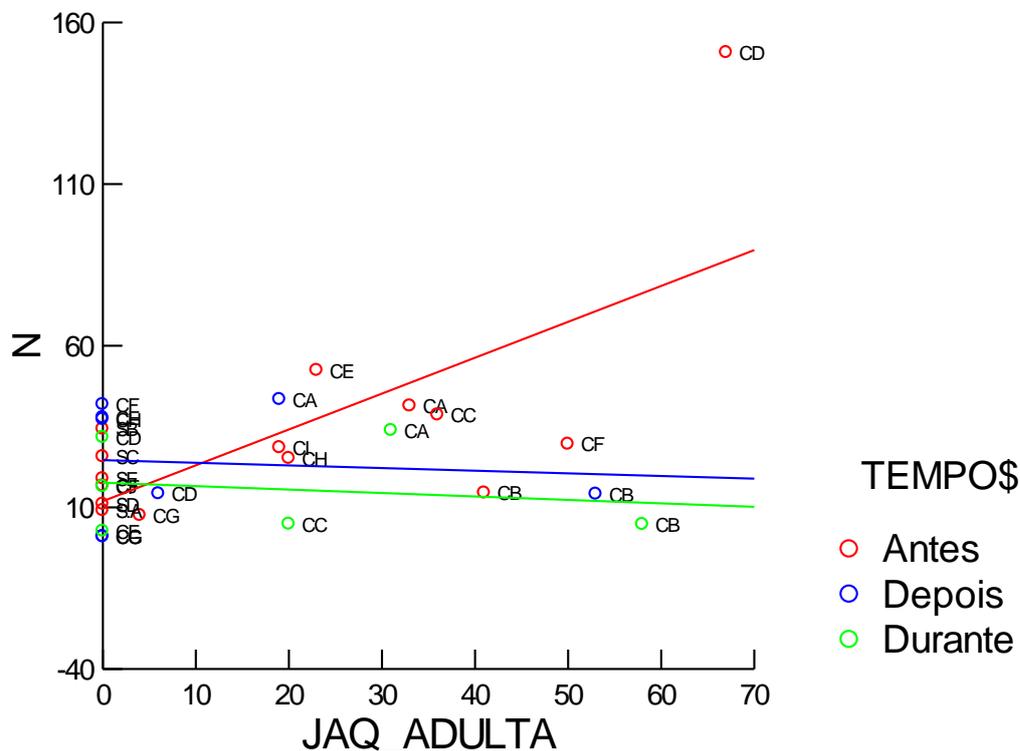
CJ	{N(.) pent(.) p(.) phi(.)}	-49.8974	1	4
SA	{N(.) pent(.) p(t) phi(t)}	-48.0027	0.99392	36
SB	{N(.) pent(t) p(t) phi(.)}	-5.6166	0.46771	36
SD	{N(.) pent(t) p(t) phi(t)}	-2.6525	0.36777	104
SE	{N(.) pent(.) p(.) phi(.)}	-15.5835	0.76986	4
SG	{N(.) pent(.) p(.) phi(.)}	-21.9085	0.99968	4
SH	{N(.) pent(t) p(t) phi(.)}	-26.8150	0.99999	36
<i>Trinomys iheringi</i> - Depois				
CB	{N(.) pent(.) p(.) phi(.)}	-15.5835	0.97338	4
CC	{N(.) pent(.) p(.) phi(.)}	-8.2469	0.80945	4
CE	{N(.) pent(t) p(t) phi(.)}	-56.3982	1	17
CF	{N(.) pent(.) p(.) phi(.)}	-83410949.3333	1	4
CI	{N(.) pent(t) p(t) phi(.)}	-27.2753	0.99994	17
CJ	{N(.) pent(.) p(t) phi(t)}	-24.2989	0.76604	17
SB	{N(.) pent(.) p(t) phi(t)}	-20.5803	0.83919	17
SG	{N(.) pent(.) p(.) phi(.)}	-10765004.0000	1	4
SH	{N(.) pent(t) p(t) phi(.)}	-25.6127	0.58937	17

Legenda: Apenas um modelo foi selecionado por grade, pois este foi o que melhor explicou nosso conjunto de dados. Grade é a área de estudo onde tínhamos a população, modelo é o título dos modelos que utilizamos, AICc é o índice de Akaike corrigido, w corresponde ao peso que um modelo tem para o nosso conjunto de dados e N é a estimativa do tamanho populacional.

Fonte: A autora, 2017.

A Análise de Covariância (ANCOVA) mostrou que existe uma relação positiva e significativa entre o tamanho populacional (N) e o número de jaqueiras antes, e que as inclinações diferiram entre os períodos de tempo não sendo paralelas. O modelo foi significativo e explicou 66,7% da variação no tamanho da população de *T. iheringi* ( $N=29$ ;  $r^2 = 0,667$ ;  $F= 4,258$ ;  $p= 0,027$ ). Este resultado indica que houve um efeito interativo entre o número de jaqueiras e o tempo. No período anterior ao tratamento das jaqueiras, as grades com maior número de jaqueiras tinham as maiores populações de *T. iheringi* e suas populações podiam ser estimadas pela função ( $N=17,451-5,550 +(0,351*jaqueira) + (0.758*jaqueira)$ ). Porém, após os tratamentos das jaqueiras, essa relação foi perdida (Figura 7).

Figura 7 - Gráfico que relaciona no eixo y o tamanho populacional (N) de *T. iheringi* no período “antes” e no eixo x o número de jaqueiras adultas no período “antes”.



Fonte: A autora, 2017.

### *Didelphis aurita*

Dentre os quatro modelos criados para cada área de estudo o que respondeu da forma mais adequada aos dados de *Didelphis aurita* durante o período anterior ao tratamento das jaqueiras foi  $\{N(.) \text{ pent}(.) p(.) \text{ phi}(.)\}$ . Neste modelo todos os parâmetros são considerados constantes. O mesmo modelo foi também o que melhor se ajustou ao período durante o tratamento. No período após o tratamento das jaqueiras, o modelo que respondeu da forma mais adequada aos nossos dados foi  $\{N(.) \text{ pent}(t) p(t) \text{ phi}(t)\}$ . Neste modelo, o tamanho populacional estimado para a população de *D. aurita* foi constante. Já a probabilidade de entrada, probabilidade de captura e sobrevivência variaram conforme o tempo (Tabela 3).

Os modelos de ANCOVA não foram significativos para *D. aurita*, tanto para inclinação quanto para a elevação ( $N=18$ ;  $r^2 = 0,532$ ;  $F=0,197$ ;  $p=0,824$ ; e  $N=18$ ;  $r^2 = 0,510$ ;

F=1,606; p=0,226, respectivamente). Contudo, a análise de regressão simples mostrou que houve uma relação positiva e significativa entre a densidade de jaqueiras adultas e a abundância de *D. aurita* no período anterior ao tratamento das jaqueiras (N=18;  $r^2 = 0,466$ ; F=4,434; p= 0,042) (Figura 8).

Tabela 3- Tabela dos modelos que selecionamos para cada grade de estudo para *D. aurita* (continua)

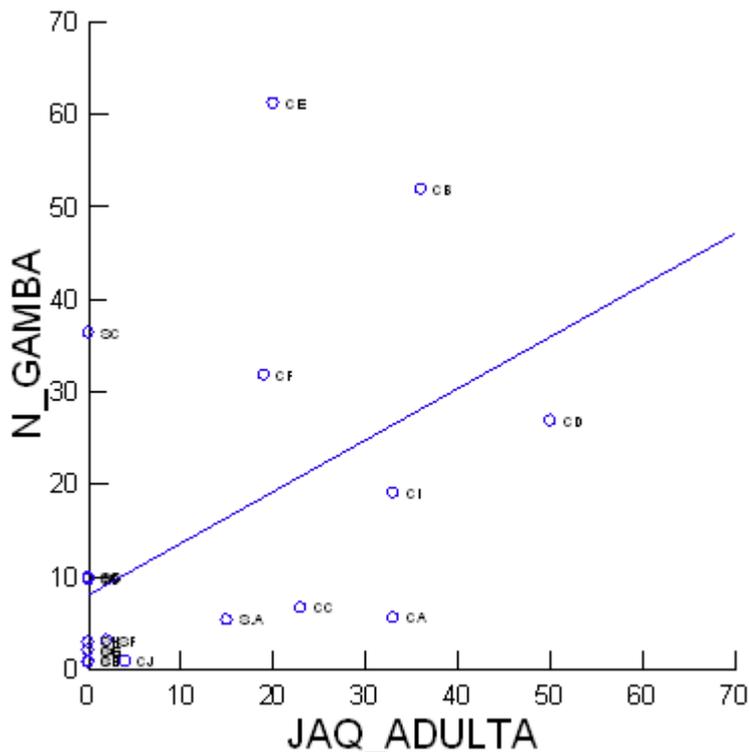
Grade	Modelo	AICc	w	N
<i>Didelphis aurita</i> - Antes				
CB	{N(.) pent(t) p(t) phi(.)}	-18.8334	0.91787	44
CC	{N(.) pent(.) p(.) phi(.)}	-38.3561	0.99999	4
CD	{N(.) pent(.) p(.) phi(.)}	-30.7374	0.99999	4
CE	{N(.) pent(.) p(.) phi(.)}	-36.9698	1.00000	4
CF	{N(.) pent(t) p(t) phi(t)}	3.7782	1.00000	128
CG	{N(.) pent(t) p(t) phi(t)}	-4.1452	0.90867	128
CH	{N(.) pent(t) p(t) phi(t)}	-3.4578	1.00000	128
CI	{N(.) pent(t) p(t) phi(.)}	-28.3015	0.99953	44
CJ	{N(.) pent(t) p(t) phi(.)}	-10.9302	0.98587	44
SD	{N(.) pent(t) p(t) phi(t)}	-2.6452	0.37927	128
SF	{N(.) pent(.) p(.) phi(.)}	-7503884	1	4
SH	{N(.) pent(.) p(.) phi(.)}	-8.2612	0.86344	4
<i>Didelphis aurita</i> - Durante				
CD	{N(.) pent(.) p(.) phi(.)}	-15.5835	0.89404	4

CF	{N(.) pent(.) p(t) phi(t)}	-37.3416	0.98537	36
CG	{N(.) pent(t) p(t) phi(t)}	-3.5034	1	104
CH	{N(.) pent(.) p(.) phi(.)}	-651980	1	4
CJ	{N(.) pent(t) p(t) phi(.)}	-5.1946	0.53538	36
SD	{N(.) pent(.) p(.) phi(.)}	-14.005	0.97960	4
SF	{N(.) pent(.) p(.) phi(.)}	-7.5591	0.76895	4
<i>Didelphis aurita</i> - Depois				
CA	{N(.) pent(.) p(.) phi(.)}	-6.7196	0.74298	4
CB	{N(.) pent(t) p(t) phi(t)}	-3.2585	1	47
CF	{N(.) pent(t) p(t) phi(t)}	-2.7007	1	47
CH	{N(.) pent(t) p(t) phi(t)}	-3.2585	1	47
CI	{N(.) pent(.) p(.) phi(.)}	-47.2129	1	4
CJ	{N(.) pent(.) p(.) phi(.)}	-50.3061	1	4
SC	{N(.) pent(t) p(t) phi(t)}	-3.2585	1	47
SF	{N(.) pent(t) p(t) phi(t)}	-4.8804	0.55016	47
SH	{N(.) pent(.) p(.) phi(.)}	-15.5835	0.99051	4

Legenda: Apenas um modelo foi selecionado por grade, pois este foi o que melhor explicou nosso conjunto de dados. Grade é a área de estudo onde tínhamos a população, modelo é o título dos modelos que utilizamos, AICc é o índice de Akaike corrigido, w corresponde ao peso que um modelo tem para o nosso conjunto de dados e N é a estimativa do tamanho populacional.

Fonte: A autora, 2017.

Figura 8- Gráfico da relação do tamanho populacional (N) de *D. aurita* no período “antes” e o número de jaqueiras adultas no período “antes” do tratamento.



Fonte: A autora, 2017.

Para *T. inheringi*, no período “antes” os resultados mostraram diferença no fator de condição dos indivíduos ( $p= 0,008$ ) (Figura 9). Já para *D. aurita*, não houve diferença no fator de condição de indivíduos de áreas com e sem jaqueiras ( $p=0,567$ ) (Figura 12). *T. inheringi* mostrou diferença na condição dos indivíduos ( $p= 0,014$ ) (Figura 10), *D. aurita* também apresentou diferença em relação aos indivíduos de áreas sem jaqueiras ( $p= 0,005$ ) (Figura 13). Para o período “depois” *T. inheringi* não mostrou diferença na condição dos indivíduos ( $p= 0,273$ ) (Figura 11). Para os indivíduos de *D. aurita* neste mesmo período também não houve diferença na condição dos indivíduos ( $p= 0,811$ ) (Figura 14).

Tabela 4 - Fatores de condição de *T. iheringi* nos períodos “antes”, “durante” e “depois” do tratamento das jaqueiras.

<b>Modelo</b>	<b>F</b>	<b>p</b>	<b>R<sup>2</sup></b>
Antes			
Grade	6,921	0,009	
Ln Cauda	309,183	<0,001	
Grade*Ln Cauda	7,093	0,008	0,808
Durante			
Grade	6,33	0,015	
Ln Cauda	16,155	<0,001	
Grade*Ln Cauda	6,435	0,014	0,546
Depois			
Grade	1,422	0,240	
Ln Cauda	30,199	<0,001	
Grade*Ln Cauda	1,235	0,273	0,647
Grade	4,824	0,033	
Ln Cauda	28,810	<0,001	0,634

Legenda: Na tabela, modelo refere-se ao modelo utilizado para a análise, F é o valor da estatística da análise de covariância, p é a probabilidade de significância e R<sup>2</sup> é o coeficiente de determinação que mede o quanto a variável resposta é explicada pelo modelo.

Fonte: A autora, 2017.

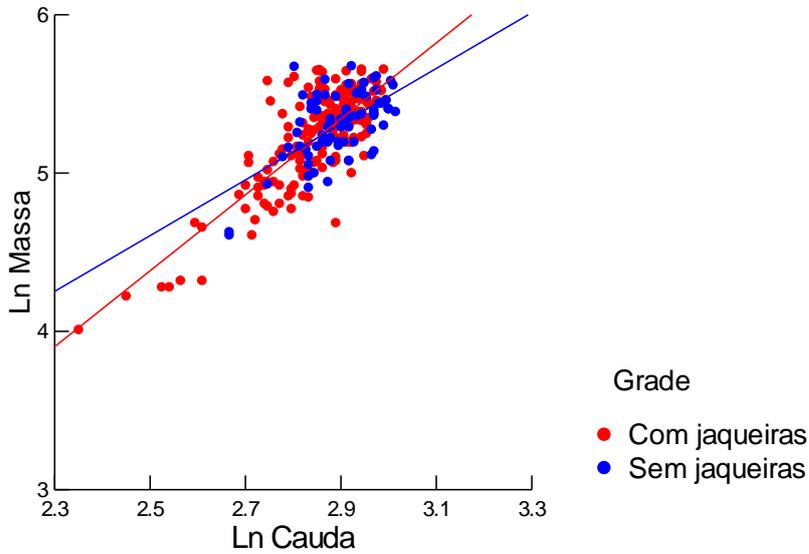
Tabela 5- Fatores de condição de *D. aurita* nos períodos “antes”, “durante” e “depois” do tratamento das jaqueiras.

<b>Modelo</b>	<b>F</b>	<b>p</b>	<b>R<sup>2</sup></b>
Antes			
Grade	0,380	0,540	
Ln Cauda	12,827	0,001	
Grade*Ln Cauda	0,332	0,567	0,705
Durante			
Grade	11,312	0,003	
Ln Cauda	46,367	<0,001	
Grade*Ln Cauda	10,318	0,005	0,877
Depois			
Grade	0,082	0,777	
Ln Cauda	129,495	<0,001	
Grade*Ln Cauda	0,059	0,811	0,927
Grade	0,613	0,441	
Ln Cauda	152,828	<0,001	0,927

Legenda: Na tabela, modelo refere-se ao modelo utilizado para a análise, F é o valor da estatística da análise de covariância, p é a probabilidade de significância e R<sup>2</sup> é o coeficiente de determinação que mede o quanto a variável resposta é explicada pelo modelo.

Fonte: A autora, 2017.

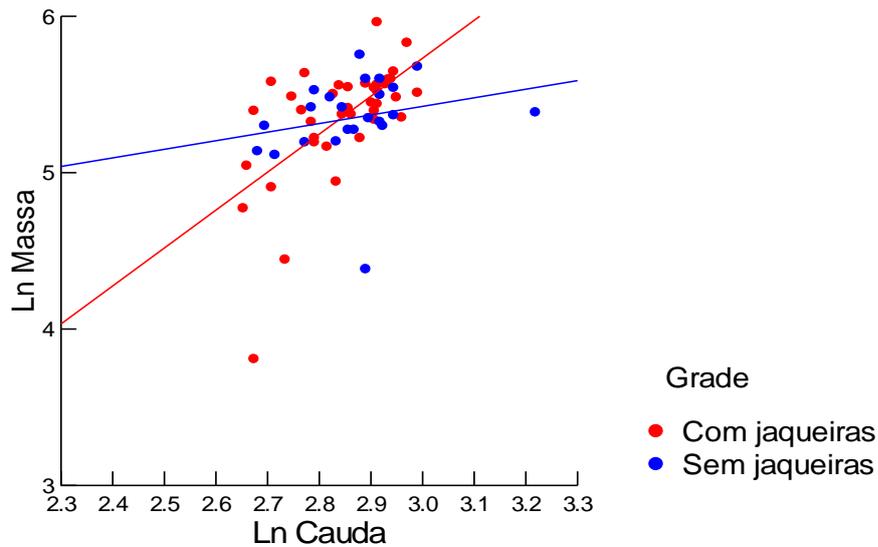
Figura 9- Relação da massa corporal de *T. iheringi* (eixo y) e o tamanho da cauda (eixo x) no período “antes” do tratamento das jaqueiras.



Legenda: Os pontos azuis no gráfico representam as grades sem jaqueiras e os pontos vermelhos representam as grades com jaqueiras.

Fonte: A autora, 2017.

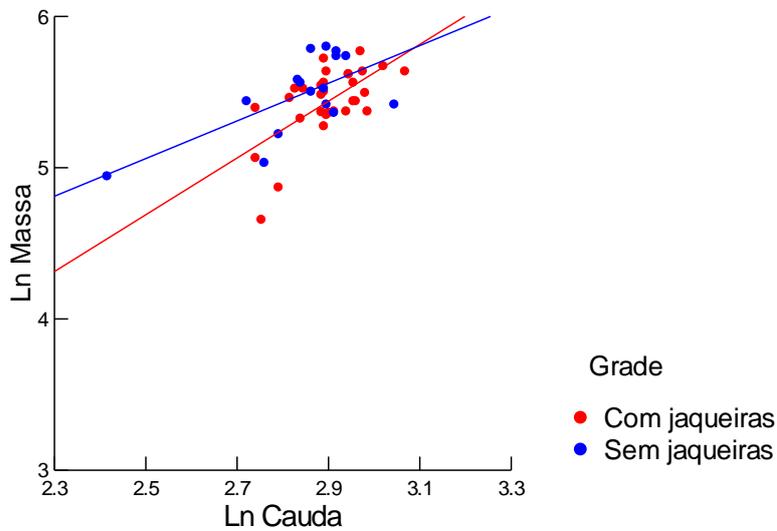
Figura 10- Relação da massa corporal de *T. iheringi* (eixo y) e o tamanho da cauda (eixo x) no período “durante” o tratamento das jaqueiras.



Legenda: Os pontos azuis no gráfico representam as grades sem jaqueiras e os pontos vermelhos representam as grades com jaqueiras.

Fonte: A autora, 2017.

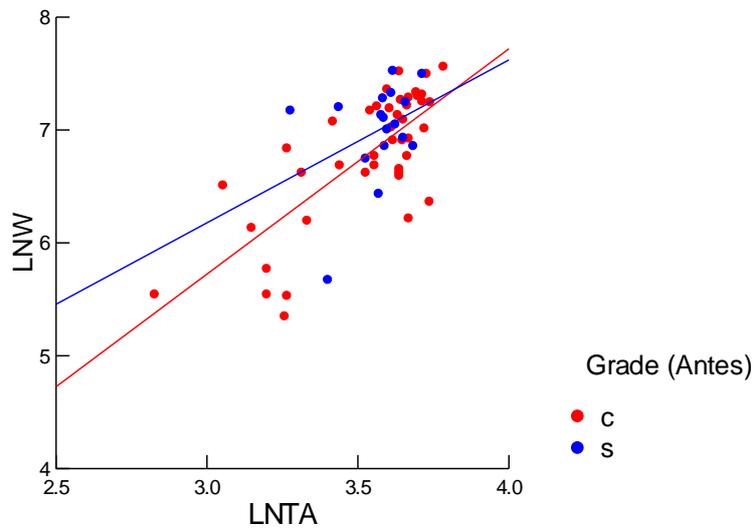
Figura 11- Relação da massa corporal de *T. iheringi* (eixo y) e o tamanho da cauda (eixo x) no período “depois” do tratamento das jaqueiras.



Legenda: Os pontos azuis no gráfico representam as grades sem jaqueiras e os pontos vermelhos representam as grades com jaqueiras.

Fonte: A autora, 2017.

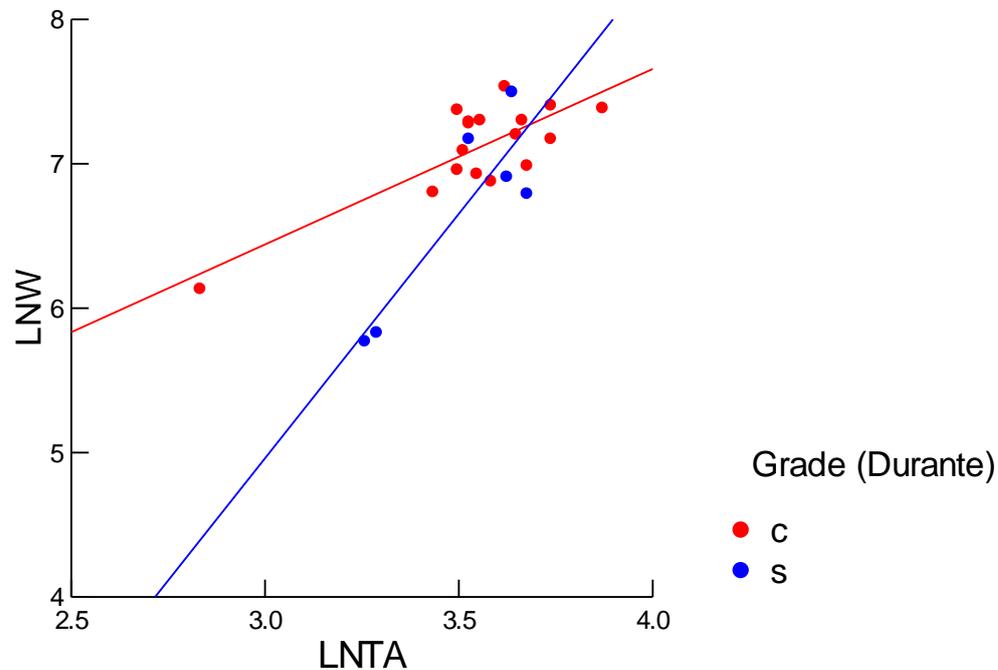
Figura 12- Relação da massa corporal de *D. aurita* (eixo y) e o tamanho da cauda (eixo x) no período “antes” do tratamento das jaqueiras.



Legenda: Os pontos vermelhos representam grades com jaqueiras (c) e os pontos azuis representam grades sem jaqueiras (s).

Fonte: A autora, 2017.

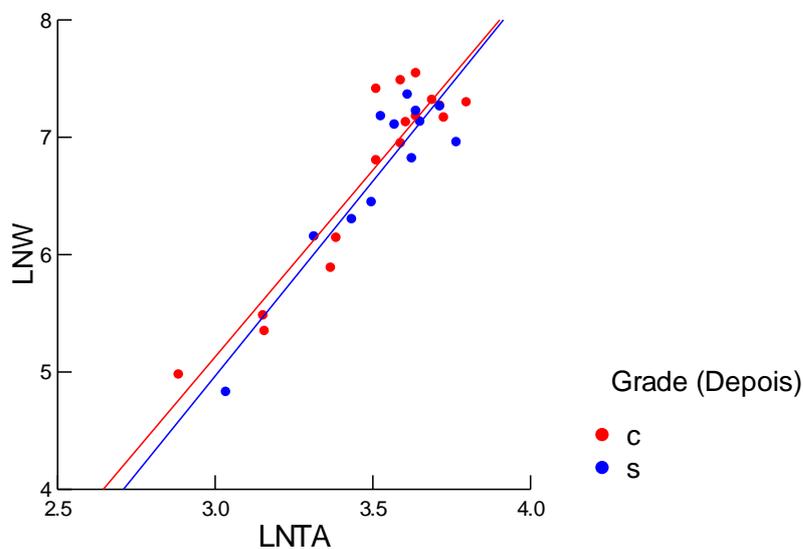
Figura 13- Relação da massa corporal de *D. aurita* (eixo y) e o tamanho da cauda (eixo x) no período “durante” o tratamento das jaqueiras.



Legenda: No gráfico, os pontos vermelhos representam as grades com jaqueiras (c) e os pontos azuis representam as grades sem jaqueiras (s).

Fonte: A autora, 2017.

Figura 14- Relação da massa corporal de *D. aurita* (eixo y) e o tamanho da cauda (eixo x) no período “depois” do tratamento das jaqueiras.



Legenda: No gráfico, os pontos vermelhos representam as grades com jaqueiras (c) e os pontos azuis representam as grades sem jaqueiras (s).

Fonte: A autora, 2017.

### 3. DISCUSSÃO

O tamanho populacional estimado de *Trinomys iheringi* variou ao longo dos períodos estudados. Os resultados mostraram que a relação observada entre o tamanho populacional de *T. iheringi* e o número de jaqueiras foi afetada pelo tratamento. Foi possível observar uma queda no tamanho populacional estimado a partir do período onde começou o tratamento de eliminação das jaqueiras (“durante”) até o fim do trabalho onde muitas jaqueiras morreram nos locais onde ocorreu o tratamento. Para o marsupial *Didelphis aurita* o tamanho populacional estimado também respondeu a presença das jaqueiras, apresentando populações menores em áreas sem ou com poucas jaqueiras.

A jaqueira é um recurso muito abundante na Ilha Grande, em alguns locais, como na trilha do Caxadaço, onde o presente estudo foi desenvolvido, sua densidade foi de 270 ind/ha (Bergallo et al. 2016). A jaca é uma rica fonte de recursos e para cada 100 g de fruto, o valor energético é de 88 Kcal e a quantidade de proteína é de 1,4 g (NEPA, 2011). Somado a isso, cada jaqueira pode produzir por ano até 100 frutos com uma massa que pode variar de 4,5 a 30 kg e produzir até 500 sementes por fruto (Elevitch e Manner, 2006). Justo essas características favoráveis a invasão das jaqueiras (pressão de propágulo) são as mesmas favoráveis para o aumento considerável na abundância de *T. iheringi* e *D. aurita*. Um estudo realizado na mesma área de estudo do presente trabalho mostrou que a produção mínima de sementes para manter pelo menos dois indivíduos de *T. iheringi* dentro de uma grade de estudo é de aproximadamente 3300 sementes/mês. Em termos de produção de fruto este valor corresponde a 33 jaqueiras/mês. Considerando a produção média mensal de jaqueiras na área de estudo, 3,97 indivíduos adultos seriam suficientes para manter dois indivíduos de *T. iheringi* (Mello et al, 2015). Porém, nossos resultados mostraram que muitas grades que contém jaqueiras possuem mais de 3,97 indivíduos adultos de jaqueira, logo, possuem a capacidade de fornecer recurso alimentar para mais indivíduos de *T. iheringi* e *D. aurita*. Este fato explica a elevada quantidade de indivíduos de *T. iheringi* e *D. aurita* em áreas com elevada densidade de jaqueiras.

Bergallo (1995) observou duas classes de *Trinomys iheringi* na Estação Ecológica da Juréia, SP, os residentes e os transientes. Os residentes apresentaram uma população estável ao longo do tempo, mas os transientes flutuaram bastante. Esta última classe era composta principalmente por jovens que eram capturados uma ou duas vezes e depois desapareciam. Na

Ilha Grande, observamos o mesmo fenômeno, onde alguns indivíduos eram capturados com frequência nas mesmas grades de estudo e outros não. Assim, é possível supor que essa dinâmica de entrada e saída em grades com jaqueiras pode ser mais intensa, especialmente em épocas de frutificação.

Castro et al. (2012) mostraram que a abundância da ave *Turdus flavipes* está positivamente correlacionada com a frutificação da espécie-chave *Euterpe edulis* (palmito juçara). *Euterpe edulis* possui inúmeras características de uma espécie-chave, por exemplo, produz elevada quantidade de frutos durante o mesmo período ao longo do ano, essa produção de frutos ocorre durante um período superior a seis meses, é possível encontrar esta espécie em altas densidades em diversas regiões da mata e várias espécies frugívoras se alimentam dela. Avaliando estas características, podemos inferir que *A. heterophyllus* também pode ser considerada uma espécie-chave (Peres, 2000; Castro et al. 2012). Na comunidade de pequenos mamíferos da Ilha Grande esta espécie invasora tem relevante importância para os pequenos mamíferos frugívoros. Nossos resultados comprovam que a jaqueira afeta positivamente a abundância de *T. iheringi* e *D. aurita* e, além disso, mostram também que após o tratamento de eliminação das jaqueiras obtivemos uma diminuição no tamanho populacional ao longo do tempo de estudo. O modelo que utilizamos na Análise de Covariância explicou 66,8% da variação no tamanho da população de *T. iheringi*, indicando uma interação entre o número de jaqueiras e o tempo. No período anterior ao tratamento das jaqueiras, as grades com maior densidade de jaqueiras tiveram as maiores populações de *T. iheringi*. Apesar dos resultados da Análise de Covariância para *D. aurita* não terem sido significativos, a regressão simples mostrou que houve uma relação positiva e significativa entre a densidade de jaqueiras adultas e a abundância de *D. aurita*. Estes resultados mostram que a jaqueira atua como um fator limitante para as populações destes pequenos mamíferos na Ilha Grande. Porém, nem todas as espécies encontradas neste estudo se beneficiaram com a presença da jaqueira.

Olhando o sistema de forma mais ampla, espécies insetívoras como o rato-toupeira, *Oxymycterus dasytrichus* (Fischer, 1814) foram prejudicadas (D.S.L. Raíces, em preparação) na mesma área de estudo. Este roedor possui hábitos semi-fossoriais e de dieta especializada, onde 70% do que ingere são insetos (Bonvicino et al. 2005). A ausência desta espécie nas áreas com jaqueiras pode estar relacionada com mudanças na estrutura ou composição do solo, uma vez que a jaqueira é capaz de produzir substâncias alelopáticas (Pardomo et al. 2007). A jaqueira também é capaz de mudar a dinâmica do aporte de nutrientes do solo (Bergallo et al. 2009), intervindo diretamente nas áreas de forrageamento desse roedor,

podendo diminuir o número das espécies de artrópodes nestas áreas. O tatu-galinha, *D. novemcinctus* a catita, *M. americana* podem estar sendo influenciados pela jaqueira assim como *O. dasytrichus*, já que essas duas espécies também foram mais capturadas em grades sem jaqueiras e são predominantemente insetívoras (Breece e Dusi, 1985; Santori e Astúa de Moraes, 2006).

Os resultados do fator de condição para *T. iheringi* no período “antes” mostraram que existe diferença no fator de condição dos indivíduos entre áreas com e sem jaqueiras ( $p = 0,008$ ) (Figura 9). Isso significa que os indivíduos das áreas com jaqueiras tem melhores condições em relação aos indivíduos das áreas sem jaqueiras. Ighwela e colaboradores, (2011) mostraram que o fator de condição pode ser um indicativo de crescimento para os peixes da espécie *Oreochromis niloticus*. Além disso, o estudo também mostrou que o tipo e a disponibilidade de alimento estão associados ao coeficiente de crescimento dos peixes. Eles notaram que os peixes que se alimentaram de uma maior porcentagem de carboidrato tinham maiores peso e comprimento. Assim, podemos relacionar os resultados deste estudo com o nosso trabalho. Se lembrarmos o fato de que a jaca é um fruto altamente calórico e consequentemente um recurso alimentar rico em nutrientes para os pequenos mamíferos, entenderemos o porquê de nas áreas com jaqueiras termos indivíduos de *T. iheringi* que têm condições mais elevadas que os das áreas sem jaqueiras. Nas áreas onde tivemos maior quantidade de nutrientes tivemos uma maior condição para os indivíduos de *T. iheringi*.

No período “durante”, nossos resultados mostraram que ainda existe diferença na condição dos indivíduos das áreas com e sem jaqueiras ( $p = 0,014$ ) (Figura 10). Mesmo com o início do tratamento de controle das jaqueiras, os indivíduos de *T. iheringi* nas áreas com jaqueiras tem uma condição melhor que os indivíduos das áreas sem. Isto se deve ao fato de que os mamíferos de forma geral não respondem imediatamente a fatores externos, como é o caso da elevada quantidade de recurso alimentar que as jaqueiras disponibilizam. Existe um “atraso” nessas respostas dos animais. Em uma revisão de 2001, Jaksic apontou estudos relacionados aos efeitos do El Niño e como algumas espécies de pequenos mamíferos podem levar até um ano para responder a estes efeitos. Ferreira e colaboradores, (2016) mostraram que a precipitação pode ter um efeito positivo na dinâmica populacional do marsupial *Metachirus nudicaudatus*, mas esse efeito só é visto após um ano.

O último período que analisamos foi o “depois” e neste período não encontramos diferença no crescimento dos indivíduos das áreas com e sem jaqueiras ( $p = 0,273$ ) (Figura

11). Se antes os indivíduos de *T. iheringi* das áreas com jaqueiras tinham este recurso disponível em elevada quantidade, agora não possuem mais. Com a diminuição das jacas, este roedor perde um importante recurso alimentar, levando-o a ter uma condição em uma taxa semelhante aos indivíduos de *T. iheringi* das áreas sem jaqueiras, já que neste período a densidade de jaqueiras foi praticamente levada à zero. Bergallo e Magnusson, 1999, mostraram que indivíduos de *Euryoryzomys russatus* (= *Oryzomys intermedius*) e *Nectomys squamipes* tiveram seus picos de reprodução nos meses onde a disponibilidade de frutos foi maior. Este resultado é interessante, pois evidencia a importância que um recurso alimentar exerce sob a dinâmica populacional de diversas espécies. Assim como ocorre com diversas espécies de pequenos mamíferos, o recurso alimentar é um fator limitante para *T. iheringi* (Pinotti et al. 2011; Prevedello et al. 2013; Ferreira et al. 2016), por isso que com a diminuição da densidade de jaqueiras seu fator de condição e abundância caíram.

Os resultados do fator de condição para *D. aurita* no período “antes” mostraram que não existe diferença entre os indivíduos de áreas com e sem jaqueiras ( $p= 0,567$ ) (Figura 12). Diante disso, podemos sugerir que este resultado está associado ao fato de *D. aurita* ser uma espécie generalista e possuir hábitos alimentares onívoros, a densidade de jaqueiras não foi determinante para que as taxas dos indivíduos das áreas com jaqueiras tivessem uma condição mais elevada em relação aos indivíduos das áreas sem jaqueiras (Oliveira e Bonvicino, 2006). Podemos inferir que, por não ser uma espécie com hábitos alimentares restritos, este marsupial não tem sua condição afetada pela presença da espécie exótica invasora em questão. Além disso, sabe-se que *D. aurita* é uma espécie que consegue se deslocar por longas distâncias (aproximadamente 0,025 km<sup>2</sup> por dia) (Cáceres, 2003) e se alimenta de diversos itens que encontra pelo caminho.

Para o período “durante”, os indivíduos de *D. aurita* de áreas com jaqueiras apresentaram condições piores em relação aos indivíduos de áreas sem jaqueiras ( $p=0,005$ ) (Figura 13). É possível que neste período houvesse pouca disponibilidade de outros recursos nas áreas com jaqueiras e aqueles indivíduos de áreas sem jaqueiras estivessem em melhores condições do que os das áreas com jaqueiras.

Por fim, no período “depois”, *D. aurita* não apresentou diferença na condição dos indivíduos de áreas com e sem jaqueiras ( $p= 0,811$ ) (Figura 14), assim como ocorreu com a espécie de roedor, *T. iheringi*. A diminuição da densidade de jaqueiras nas áreas onde tínhamos esta espécie fez a disponibilidade de recurso alimentar diminuir. Marrant e Petit,

2012 sugerem que o marsupial *Cercartetus concinnus* emprega diversas estratégias para manter seu balanço energético e uma dessas estratégias que testaram foi o aumento da distância de forrageio em locais com pouco recurso alimentar. Assim como *C. concinnus* pode andar longas distâncias em busca de alimento, *D. aurita* pode ter utilizado esta mesma estratégia em baixas densidades de jaqueiras.

A jaqueira se tornou um recurso-chave para espécies frugívoras na Ilha Grande (Mello et al. 2015) onde várias espécies são vistas se alimentando de frutos e sementes, como pacas, cutias, primatas, entre outras (Obs. Pes). *Trinomys iheringii* e *Didelphis aurita* se beneficiaram com a alta abundância de jaqueiras na área, resultando em um aumento significativo em suas abundâncias e em seus fatores de condição. Porém, olhando o sistema de forma mais ampla, espécies insetívoras como o rato-toupeira, *Oxymycterus dasytrichus* (Fischer, 1814) foram prejudicadas (D.S.L. Raíces, em preparação). Assim, o que para um pode ser favorável para outro pode ser prejudicial, e o olhar sobre as espécies invasoras precisa ser feito de forma holística pesando os prós e contras. A julgar pelos resultados aqui obtidos, a invasão de jaqueiras é positiva para algumas espécies como *T. iheringi* e *D. aurita*. Porém, mesmo um aparente impacto positivo para algumas espécies, pode esconder consequências negativas como aumento na transmissão de doenças devido a uma maior densidade, além de outros impactos que desconhecemos.

Diversos estudos vem mostrando como as espécies exóticas invasoras podem alterar o funcionamento das cadeias tróficas das comunidades onde se estabelecem. Madrigal e colaboradores, (2011), avaliaram como a densidade de um roedor nativo, *Octodon degus*, poderia facilitar a expansão de espécies invasoras na região. Em anos onde a precipitação é baixa a cobertura de plantas nativas e exóticas é extremamente baixa. Já em anos onde a precipitação é elevada o resultado é o aumento da cobertura de todas as plantas (nativas e exóticas). Isso leva ao aumento da densidade de *O. degus* e indiretamente favorece a expansão das plantas invasoras, uma vez que estas possuem proporcionalmente uma maior cobertura em comparação às nativas. Os autores propuseram um controle *bottom-up* dos consumidores em função da facilitação indireta do mecanismo de *top-down* das plantas invasoras. Assim como neste estudo, a jaqueira pode estar exercendo um controle *top-down* nas populações de *T. iheringi* e *D. aurita*. Nossos dados mostraram que em altas densidades de jaqueiras também tivemos altas densidades de pequenos mamíferos, principalmente frugívoros como *T. iheringi*. Entretanto, após o tratamento das jaqueiras, observamos em diversas grades de estudo a diminuição da densidade de pequenos mamíferos. À primeira vista, a elevada densidade de

jaqueiras pode ser considerada benéfica para os pequenos mamíferos, pois é uma fonte de recurso alimentar, mas se olharmos de uma forma mais ampla para a comunidade em si, veremos que outras espécies, como as insetívoras, não se beneficiam com a presença das jaqueiras. Os impactos negativos que a jaqueira exerce podem ser considerados aparentemente positivos dependendo do que estamos abordando. Entretanto, ainda sabemos pouco sobre como os impactos negativos e positivos afetarão em longo prazo o ecossistema envolvido. Por isso, é extremamente importante que mais estudos que avaliem a interação das espécies exóticas invasoras com as espécies nativas sejam realizados, pois desta forma seremos capazes de entender com mais clareza os processos e mecanismos ecológicos envolvidos nas comunidades e populações.

## REFERÊNCIAS

- Abreu RCR, Rodrigues PJFP. 2010. Exotic tree *Artocarpus heterophyllus* (Moraceae) invades the Brazilian Atlantic Rainforest. *Rodriguésia*, 61(4): 677-688. Alho CJR, Schneider M, Vasconcellos LA. 2002. Degree of threat to the biological diversity in the Ilha Grande State Park (RJ) and guidelines for conservation. *Brazilian Journal of Biology*. 62(3): 375-385.
- Alves SL, Zaú AS, Oliveira RR, Lima DF, Moura CJR. 2005. Sucessão florestal e grupos ecológicos em Floresta Atlântica de Encosta, Ilha Grande, Angra dos Reis/RJ. *Revista Universidade Rural*. 25: 26-32.
- Attias, N, Raíces DSL, Pessoa FS, Albuquerque H, Jordão-Nogueira T, Modesto TC, Bergallo HG. 2009. Potential distribution and new records of *Trinomys* species (Rodentia: Echimyidae) in the state of Rio de Janeiro. *Zoologia*. 26(2): 305-315.
- Bergallo HG. 1995. Comparative life history characteristics of two species of rats, *Proechimys iheringi* and *Oryzomys intermedius* in an Atlantic Forest of Brazil. *Mammalia*. 59(1): 51-64.
- Bergallo HG. 1996. The population dynamics of the spiny rat (*Proechimys iheringi*) and the rice rat (*Oryzomys intermedius*) in Southeast Brasil. *Ciência e Cultura Journal of the Brazilian Association for the Advancement of Science*. 48(3): 193-197.
- Bergallo HG, Magnusson WE. 1999. Effects of climate and food availability on four rodent species in southeastern Brazil. *Journal of Mammalogy*. 80: 472- 486.
- Bergallo HG, Raíces DSL, Uzêda MC, Rocha CFD. 2009. Jackfruit in Atlantic Forest. Brazil: density and negative effects on small mammal community, seed dispersal and soil aggregation. Abstracts of the 23<sup>rd</sup> International Congress for Conservation Biology. Beijing.
- Bergallo, H. G., Bergallo, A. C., Rocha, H. B., Rocha, C. F. D. Invasion by *Artocarpusheterophyllus* (Moraceae) in an island in the Atlantic Forest Biome, Brazil: distribution at the landscape level, density and need for control. *JournalofCoastalConservation*, p. 1-8, 2016.
- Boni R, Novelli FZ, Silva AG. 2009. Um alerta para os riscos de bioinvasão de jaqueiras, *Artocarpus heterophyllus* Lam., na Reserva Biológica Paulo Fraga Rodrigues, antiga Reserva Biológica Duas Bocas, no Espírito Santo, Sudeste do Brasil. *Natureza online*. 7(1): 51- 55.
- Bonvicino C R, Lemos B, Weksler M. 2005. Small mammal of Chapada dos Veadeiros national park (Cerrado of central Brasil). *Ecologic, karyologic and taxonomic considerations*. *Brazilian Journal of Biology*. 65(3): 395-406.
- Breece GA, Dusi JL. 1985. Food habits and home ranges of the common long-nosed armadillo *Dasypus novemcinctus* in Alabama. In GG Montgomery, ed. *Ecology of armadillo, sloths, and vermilinguas*. Washington, D.C.: Smithsonian Institution Press. 429-437.

Burnham KP, Anderson DR. 2002. Model selection and multimodel inference: a practical information-theoretic approach.

Cáceres NC, Emygdio LAM. 2000. The common opossum, *Didelphis aurita*, as a seed disperser of several plants in southern Brazil. *Ciência e Cultura*. 52(1): 41-44.

Cáceres, N. C., 2003. Use of the space by the opossum *Didelphis aurita* Wied-Neuwied (Mammalia, Marsupialia) in a mixed forest fragment of southern Brazil. *Revista Brasileira de Zoologia* 20 (2): 315-322.

Calvino-Cancela M. 2011. Seed dispersal of alien and native plants by vertebrate herbivores. *Biological Invasions*. 13(4): 895-904.

Capaz C. 1998. *Os indígenas na Baía da Ilha Grande*. Angra dos Reis. ed. Conselho Municipal de Cultura. 41.

Carvalho LG, Barbosa ERM, Memmott J. 2008. Pollinator networks, alien species and the conservation of rare plants: *Triniaglauca* as a case study. *Journal of Applied Ecology* 45(5): 1419-1427.

Castro ER, Côrtes MC, Navarro L, Galetti M, Morellato LPC. 2012. Temporal variation in the abundance of two species of thrushes in relation to fruiting phenology in the Atlantic rainforest. *Emu*. 112(2): 137-148.

Cerqueira R, Lemos B. 2000. Morphometric differentiation between Neotropical black-eared opossums, *Didelphis marsupialis* and *D. aurita* (Didelphimorphia, Didelphidae). *Mammalia*. 64(3): 319-328.

Cooch EG, White GC. (eds). 2013. Program Mark – A Gentle Introduction. 12<sup>a</sup>.

Davis MA et al. Don't judge species on their origins. *Nature*. 474(7350): 153-154.

Dean W. 2002. A ferro e fogo: a história e a devastação da Mata Atlântica brasileira. Companhia das Letras, São Paulo.

Del-Claro K, Torezan-Silingardi HM. 2012. *Ecologia das interações plantas-animais: Uma abordagem ecológico-evolutiva*. Technical Books Editora.

Downing JL, Hong L. 2012. Friend or foe? Impacts of the introduced tropical oil bee *Centrisnitida* on a threatened and specialized native mutualism in Southern Florida. *Biological Invasions*. 14(10): 2175-2185.

Elevitch CR, Manner HI. 2006. *Artocarpus heterophyllus* (jackfruit). Species Profiles for Pacific Island agro forestry. 1-17.

Engelkes T, Nicholas JM. 2013. A fast-track for invasion: invasive plants promote the performance of an invasive herbivore. *Biological Invasions*. 15(1): 101-111.

Fabricante JR, Araújo KCT, Andrade, LA, Ferreira JVA. 2012. Invasão biológica de *Artocarpus heterophyllus* Lam. (Moraceae) em um fragmento de Mata Atlântica no Nordeste do Brasil: Impactos sobre a fitodiversidade e os solos dos sítios invadidos. *Acta Botanica Brasilica*. 26(2): 399-407.

Ferreira MS, et al. Marsupial population dynamics in a tropical rainforest: intraspecific competition and nonlinear effect of rainfall. *Journal of Mammalogy*. 97(1): 121-127.

Gama SVG, Silva LGAE, Salgado CM. 2009. Geologia, relevo e solos. In: Bastos M, Callado CH (eds) O Ambiente da Ilha Grande. Centro de Estudos Ambientais e Desenvolvimento Sustentável, CEADS, Rio de Janeiro. 21–63.

Gardner AL. Order didelphimorphia. *Smithsonian Institution Press, Washington, DC*. 15-23.

Gaspar MCP. 2015. Análise da eficiência do controle químico de *Artocarpus heterophyllus* e avaliação ecotoxicológica do solo no Parque Estadual da Ilha Grande, RJ. Universidade do Estado do Rio de Janeiro, UERJ, Brasil. Dissertação (mestrado), Universidade do Estado do Rio de Janeiro.

Hejda M, Pysek P, Jarosik V. 2009. Impact of invasive plants on the species richness, diversity and composition of invaded communities. *Journal of Ecology*. 97: 393-403.

Hurvich CM, Tsai CL. 1989. Regression and time series model selection in small samples. *Biometrika*. 76(2): 297-307.

Ighwela KA, Aziz BA, Abol-Munafi A B. 2011. Condition factor as an indicator of growth and feeding intensity of Nile tilapia fingerlings (*Oreochromis niloticus*) feed on different levels of maltose. *Agric. & Environ. Sci*. 11(4): 559.

INMET. Disponível em:

<http://www.inmet.gov.br/portal/index.php?r=clima/normaisclimatologicas>. Acesso em: 10 janeiro. 2016.

Jaksic FM. Ecological effects of El Nino in terrestrial ecosystems of western South America. *Ecography*. 24(3): 241-250.

Johnson PTJ, Olden JD, Solomon CT, Zanden MJV. 2009. Interactions among invaders: community and ecosystem effects of multiple invasive species in an experimental aquatic system. *Oecologia*. 159: 161-170.

Lara MC, Patton JL, Hingst-Zaher E. 2002. *Trinomys mirapitanga*, a new species of spiny rat (Rodentia: Echimyidae) from the Brazilian Atlantic Forest. *Mammalian Biology*. 67: 233-242.

Madrigal J, Kelt DA, Meserve PL, Gutierrez JR, Squeo FA. 2011. Bottom-up control of consumers leads to top-down indirect facilitation of invasive annual herbs in semiarid Chile. *Ecology*. 92(2): 282-288.

Medel, R, Marcelo A, Zamora R. 2009. Ecología y evolución de la interacción planta animal: Conceptos y aplicaciones. *Santiago: Editorial Universitaria*.

Mello JHF, Moulton TP, Raíces DSL, Bergallo HG. 2015. About rats and jackfruit trees: modeling the carrying capacity of a Brazilian Atlantic Forest spiny-rat *Trinomys dimidiatus* (Günther, 1877) – Rodentia, Echimyidae – population with varying jackfruit tree (*Artocarpus heterophyllus*L.) abundances. *Brazilian Journal of Biology*. 75: 208-215.

- Moura CJR, Bergallo HG. 2010. Development of a control method for the exotic invasive species *Artocarpus heterophyllus* Lamk (Moraceae) in Ilha Grande State Park, RJ, Brazil. In: II Jornada de Espécies Invasoras, 2010, São Carlos, SP. Anais da II Jornada de Espécies Invasoras. 25-33.
- Morant DS, Sophie P. 2012. Strategies of a small nectarivorous marsupial, the western pygmy-possum, in response to seasonal variation in food availability. *Journal of Mammalogy*. 93(6): 1525-1535.
- Núcleo de Estudos e Pesquisas em Alimentação – NEPA Universidade Estadual de Campinas – UNICAMP. 2011.
- Oliveira RR. 2002. Ação antrópica e resultantes sobre a estrutura e composição da Mata Atlântica na Ilha Grande, RJ. *Rodriguésia*. 53(82):33-58.
- Oliveira RR. 2008. When the shifting agriculture is gone: functionality of Atlantic Coastal Forest in abandoned farming sites. Boletim do Museu Paraense Emílio Goeldi. *Ciências Humanas*. 3: 213-226.
- Oliveira JA, Bonvicino CR. 2006. Capítulo 12 – Ordem Rodentia. In: Reis NR, Peracchi AL, Pedro WA, Lima IP. Mamíferos do Brasil. 397-398.
- Ollerton J, Rachael W, Sam T. 2011. How many flowering plants are pollinated by animals? *Oikos*. 120(3): 321-326.
- Padrón B, et al. Integration of invasive *Opuntia* spp. by native and alien seed dispersers in the Mediterranean area and the Canary Islands. *Biological Invasions*. 13(4): 831-844.
- Pardomo M, Magalhães LMS. 2007. Ação alelopática da jaqueira (*Artocarpus heterophyllus*) em laboratório. *Floresta e Ambiente*. 14(1): 52-55.
- Parker JD, Torchin ME, Hufbauer RA, Lemoine NP, Alba C, Blumenthal DM, Hejda M. 2013. Do invasive species perform better in their new ranges? *Ecology*. 94(5): 985-994.
- Perdomo M, Magalhães LMS. 2007. Ação alelopática da jaqueira (*Artocarpus heterophyllus*) em laboratório. *Floresta Ambiente*. 14: 52-55.
- Peres CA. 2000. Identifying keystone plant resources in tropical forests: the case of gums from *Parkia* pods. *Journal of Tropical Ecology*. 16(2): 287-317.
- Pinotti BT, Naxara L, Pardini R. 2011. Diet and food selection by small mammals in an old-growth Atlantic forest of south-eastern Brazil. *Studies on Neotropical Fauna and Environment*. 46(1): 1-9.
- Powell RA, Proulx G. 2003. Trapping and marking terrestrial mammals for research: integrating ethics, performance criteria, techniques, and common sense. *ILAR Journal*. 44(4): 259-276.
- Prakash O, Kumar R, Mishra GR. 2009. *Artocarpus heterophyllus* (Jackfruit): An overview. *Pharmacognosy Review* 3(6): 353-358.

- Prevedello J A, Dickman CR, Vieira MV, Vieira EM. 2013. Population responses of small mammals to food supply and predators: a global meta-analysis. *Journal of Animal Ecology*. 82(5): 927-936.
- Pysek P, Jarosik V, Hulme PE, Pergl J, Heida M, Schaffner U, Vilà M. 2012. A global assessment of invasive plant impacts on resident species, communities and ecosystems: the interaction of impact measures, invading species' traits and environment. *Global Change Biology*. 18: 1725-1737.
- Raíces DSL. 2011. A influência da jaqueira, *Artocarpus heterophyllus* Lamk., sobre a comunidade de pequenos mamíferos e sua interferência na dinâmica de dispersão de sementes nativas na Ilha Grande, RJ. Universidade do Estado do Rio de Janeiro, UERJ, Brasil. Tese (doutorado), Universidade do Estado do Rio de Janeiro.
- Richardson DM, Allsopp N, D'Antonio CM, Milton SJ, Rejmánek M. 2000a. Plant invasions – the role of mutualisms. *Biological Reviews of the Cambridge Philosophical Society*. 75(1): 65-93.
- Santori RT, Astúa MD. 2006. Alimentação, Nutrição e Adaptações alimentares de Marsupiais Brasileiros. In: Os marsupiais do Brasil. *Biologia, Ecologia e Evolução*. 241 -254.
- Santos SB, Rodrigues CL, Nunes GKM, Barbosa AB, Lacerda LEM, Miyahira IC, Viana TA, Oliveira JL, Fonseca FC, Silva PSC. 2010. Estado do conhecimento da fauna de invertebrados não-marinhos da Ilha Grande (Angra dos Reis, RJ). *Oecologia Australis*. 14(2): 504-549.
- Saraça CES, Rahy SI, Santos MA, Costa MB, Alencar RS, Peres WR. 2009. A propósito de uma nova regionalização para o Estado do Rio de Janeiro. In: Bergallo HG, Fidalgo ECC, Rocha CFD, Uzeda MC, Costa MB, Alves MAS, Van Sluys M, Santos MA, Costa TCC, Cozzolino ACR, organizadores. *Estratégias e ações para a conservação da biodiversidade no Estado do Rio de Janeiro*. Rio de Janeiro, RJ: Instituto Biomas. 33-40.
- Shiels Aaron B, Martin K, Ennis, Shiels L. Trait-based plant mortality and preference for native versus non-native seedlings by invasive slug and snail herbivores in Hawaii. *Biological Invasions*. 16(9): 1929-1940.
- Simberloff D, Martin J, Genovesi P, Maris V, Wardle DA, Aronson J, Courchamp F, Galil B, García-Berthou E, Pascal M, Pysek P, Sousa R, Tabacchi E, Vilà M. 2013. Trends in Ecology and Evolution. 28(1): 58-66.
- Sugiura N. 1978. Further analysts of the data by akaike's information criterion and the finite corrections: Further analysts of the data by akaike's. *Communications in Statistics-Theory and Methods*. 7(1): 13-26.