

UNIVERSIDADE FEDERAL DO RIO DE JANEIRO – UFRJ  
Programa de Pós-Graduação em Ciências Ambientais e Conservação – PPG-CiAC

RESPOSTAS POPULACIONAIS DE *Cerradomys goytaca* TAVARES, PESSÔA &  
GONÇALVES, 2011 (RODENTIA: CRICETIDAE) À OFERTA DE RECURSOS  
FRUTÍFEROS NA FORMAÇÃO ABERTA DE CLUSIA DA RESTINGA DE JURUBATIBA

STEPHANE GOMES BATISTA PAULA

2018



UFRJ

UNIVERSIDADE FEDERAL DO RIO DE JANEIRO – UFRJ  
Programa de Pós-Graduação em Ciências Ambientais e Conservação – PPG-CiAC

RESPOSTAS POPULACIONAIS DE *Cerradomys goytaca* TAVARES, PESSÔA &  
GONÇALVES, 2011 (RODENTIA: CRICETIDAE) À OFERTA DE RECURSOS  
FRUTÍFEROS NA FORMAÇÃO ABERTA DE CLUSIA DA RESTINGA DE JURUBATIBA

**STEPHANE GOMES BATISTA PAULA**

Dissertação de Mestrado submetida ao Programa de Pós-graduação em Ciências Ambientais e Conservação, da Universidade Federal do Rio de Janeiro - UFRJ, como parte dos requisitos necessários à obtenção do título de Mestre em Ciências Ambientais e Conservação.

Orientador: Prof. Dr. Pablo Rodrigues Gonçalves

Coorientadora: Profa. Dra. Tatiana Ungaretti Paleo Konno

Macaé

Junho, 2018

RESPOSTAS POPULACIONAIS DE *Cerradomys goytaca* TAVARES, PESSÔA &  
GONÇALVES, 2011 (RODENTIA: CRICETIDAE) À OFERTA DE RECURSOS  
FRUTÍFEROS n FORMAÇÃO ABERTA DE CLUSIA DA RESTINGA DE JURUBATIBA

STEPHANE GOMES BATISTA PAULA

Prof. Dr. Pablo Rodrigues Gonçalves (Orientador)

Profa. Dra. Tatiana Ungaretti Paleo Konno (Coorientadora)

Aprovada por:



---

Prof. Dr. Pablo Rodrigues Gonçalves  
Universidade Federal do Rio de Janeiro



---

Profa. Dra. Alexandra Pires Fernandez  
Universidade Federal Rural do Rio de Janeiro



---

Profa. Dra. Mariana Silva Ferreira  
Universidade Veiga de Almeida

Macaé

Junho, 2018

## Ficha Catalográfica

### CIP - Catalogação na Publicação

P 333r Paula, Stephane Gomes Batista  
Respostas Populacionais de *Cerradomys goytaca*  
Tavares, Pessoa & Gonçalves, 2011 (Rodentia:  
Cricetidae) à oferta de recursos frutíferos na  
Formação Aberta de *Clusia* da Restinga de Jurubatiba  
/ Stephane Gomes Batista Paula. -- Rio de Janeiro,  
2018.  
80 f.

Orientador: Pablo Rodrigues Gonçalves.  
Coorientadora: Tatiana Ungaretti Paleo Konno.  
Dissertação (mestrado) - Universidade Federal do  
Rio de Janeiro, Campus Macaé, Programa de Pós  
Graduação em Ciências Ambientais e Conservação, 2018.

1. Dinâmica populacional. 2. Frugivoria. 3.  
Interação animal-planta. I. Gonçalves, Pablo  
Rodrigues, orient. II. Konno, Tatiana Ungaretti  
Paleo, coorient. III. Título.

Elaborado pelo Sistema de Geração Automática da UFRJ com os  
dados fornecidos pelo(a) autor(a).

## Agradecimentos

Em primeiro lugar, agradeço ao meu orientador e a minha coorientadora, por confiarem a mim essa oportunidade de trabalho e ao mesmo tempo permitirem que eu expressasse as minhas ideias, colocasse o meu toque no projeto. Além de agirem com imensa compreensão e ajuda durante todo o desenvolvimento deste trabalho.

Pablo, muito obrigada por abrir a porta, me permitindo fazer parte do Grupo de Mastozoologia do NUPEM, do PELD e trabalhar com uma espécie tão singular e curiosa. Obrigada também pela paciência nos momentos em que eu tive dificuldade, por ouvir as minhas ideias, pelo apoio no campo, por compartilhar comigo toda a sua experiência, pelas boas conversas regadas a café, e principalmente pelo incentivo na carreira acadêmica e excelentes sugestões em todas as versões deste documento.

Tati, a você irei sempre agradecer por ter comprado a ideia do trabalho (bem mais do que foi vendida no início)! E por ter me dado a liberdade de expor as minhas sugestões, mesmo quando elas nos levavam a coisas megalomaníacas, rs, enfim, por ter acreditado nas minhas ideias e buscado sempre fazer os campos comigo da melhor maneira. Obrigada também pelos diversos momentos de descontração, puxões de orelha e todas conversas e conselhos que levarei tanto para a vida profissional, quanto para a pessoal.

Ao PPG-CiAC, agradeço pela oportunidade de cursar uma pós-graduação no interior do estado (na região onde eu nasci), pelas diversas disciplinas que somaram conhecimento e reforçaram a minha visão crítica tanto como cientista quanto como cidadã, pelo espírito jovem e engajado do corpo docente e discente, pelo apoio e suporte financeiro através de concessão de bolsa, PROAP e materiais para a realização do meu projeto, pela oportunidade em ser representante discente na Comissão Deliberativa, e sobretudo por incentivarem a divulgação científica em suas diversas maneiras e me proporcionarem um contato mais próximo com o fabuloso ambiente de restinga.

Aos membros da banca e a pré-banca, agradeço por aceitarem o convite, cederem o seu tempo e se disporem a melhorar a qualidade do meu trabalho. Agradeço também aos membros suplentes, pela disponibilidade e tempo concedido na leitura do trabalho.

A Profa. Dra. Ana Petry e a Profa. Dra. Malinda Henry, agradeço por terem composto a banca de qualificação deste trabalho em meados de 2017, e com isso terem trazido uma injeção de energia para o que restava do processo dessa dissertação.

Um muito obrigado também aos órgãos de fomento que possibilitaram o desenvolvimento deste trabalho, CAPES devido à bolsa de mestrado, CNPQ e PELD devido ao financiamento do projeto e FAPERJ pelo auxílio emergencial aos programas de pós-graduação. Ainda é possível ter esperança no incentivo à pesquisa!

Ao ICMBio agradeço pelas licenças concedidas (nº 1005-7 e nº 5346-2) essenciais para a execução dos trabalhos de campo desta pesquisa. E também a Comissão de Ética no Uso de Animais da UFRJ (CEUA/UFRJ-Macaé) pela aprovação do projeto.

A chefia e aos analistas ambientais do PARNA Jurubatiba agradeço pelo apoio à pesquisa e pelo constante trabalho em proteger a nossa restinga.

A Equipe do biotério NUPEM/UFRJ, em especial ao Josué, agradeço por proporcionarem os meus primeiros contatos com os “ratinhos-goitacás” e por serem parceiros em tantos outros momentos.

A Prof. Patrícia Morellato, agradeço pelas excelentes sugestões durante a disciplina “Fenologia e Sazonalidade em Vegetações Tropicais” realizada na UNESP, Rio Claro – SP, em setembro de 2016.

Aos colegas de laboratório e aos agregados, pelo apoio nas 11 campanhas de campo, nas lavagens de armadilhas, por suportarem os meus dias de estresse e se tornarem preciosas amigas! Não irei esquecer os momentos de descontração e cafézinho na sala do Pablo e os dias desgastantes de sol quente na restinga, mais divertidos por causa de vocês (e claro, pela companhia para escapar de bandidos e polícia na restinga durante a campanha de campo desse janeiro! Última de todas, não poderia acabar com mais adrenalina!)

Em especial ao Hudson Lemos, agradeço pelo auxílio desde os meus primeiros momentos no laboratório, pelas dicas, exemplos, trocas de artigos, pela força em momentos chave no campo e por ter ouvido (tantas vezes) os meus desabafos. Obrigada também por ter me ensinado a olhar com mais sensibilidade os detalhes da restinga e por através de todas as nossas contradições indiretamente me ajudar a ser mais forte com as minhas opiniões. Se tornou além de um profissional que eu admiro, um amigo querido, sendo um excelente parceiro tanto no laboratório, quanto nas mesas de bar.

Ao Hélio Secco, agradeço pela constante maturidade, pelos ensinamentos, conselhos profissionais, bate-papos científicos em mesas de bar, e claro, pelas palavras amigas em alguns momentos que eu tanto precisei. Você é um exemplo e se tornou um grande (literalmente) amigo também! PS: O que a UENF não constrói, o NUPEM constrói! Fico muito feliz em contar com você agora no meu círculo de amizade.

A Caryne Braga, agradeço pela renovação que trouxe ao laboratório, pela dose de empoderamento feminino diária, por ser exemplo em tantas coisas e por compartilhar a sua bagagem de conhecimento e se permitir se aproximar de mim tão rápido, se tornando uma querida amiga também. Obrigada também por agregar o Leandro, sempre tão extrovertido e disposto a ajudar.

Ao Rodrigo e a Dani, pelas ajudas no campo, por agregarem ao lab compondo tantas histórias divertidas e por compartilharem comigo boa parte desse ciclo do mestrado.

A Jana e Coutinho, por serem exemplo de dedicação e organização no lab, mesmo tão jovens, e por permitirem serem inspirados e serem também inspiração.

Vitor e Mari, pela ajuda nos campos e experiência compartilhada desde os meus primeiros momentos, e pela companhia, sempre que possível, nas sociais e bebedeiras fora do NUPEM.

A Bianca, por ter chegado com tanta energia, ajudando em tudo e a todos, e me possibilitando me enxergar há uns anos atrás. Obrigada também por ter se tornado uma ótima companhia nessa reta final e deixar Pirenópolis muito mais divertida!

Ao Thiago Couto e a Louise, obrigada por todo apoio, interesse e disposição de ajudar sempre e claro, por serem tão divertidos!

Aos colegas do PPG-CiAC, que fizeram essa jornada tão especial!

Em especial, Meriane que me mostrou que é possível ter uma “bff” mesmo na pós-graduação, e dividir dicas de mulherzinha e fofocas sobre os boys (a melhor coisa era você estar sempre na sala ao lado). Lorena, que mesmo com o seu jeito bruto, sempre me acolheu e demonstrou gestos de amizade. Ramon Fontes, pelas inúmeras caronas no início do mestrado (a mil por hora), pela boa companhia e ótimas risadas, e por sempre ser a pessoa “mano, já fez o trabalho?” “também não” (Te agradeço mesmo sem você nunca ter me ensinado a surfar, mas enfim, agradeço por você ter um coração do seu tamanho). Jones, sempre tão sábio, amigo desde a seleção e ótimo conselheiro e exemplo. Dudinha, por representar paz, amor e equilíbrio na nossa turma e pelas “lembranças do primeiro churrasco” (e tantos outros). Ale(ale)jandra e Giovanni, por nos conquistarem desde o começo com “o seu jeito colombiano” e somarem de forma inigualável na nossa turma de mestrado. Allan Bozonetti, o ictiólogo mais mastozoólogo que eu conheço, que sempre se dispôs a ajudar nas campanhas dos “peludinhos”, e que se tornou uma ótima companhia e um grande amigo. Enoque, por encarar comigo a aventura da representação discente neste último ano.

Agradeço também aqueles que passaram em meio essa jornada, dando força, energizando, trocando experiências e criando verdadeiras amizades,

Turma de Fenologia 2016.2 da UNESP-Rio Claro, em especial Mari, Bruno, João e Igor, que fizeram com que os meus dias em Rio Claro fossem os melhores em 2016!

Turma de Ecologia de Populações 2017.2 da UERJ, turma a qual também sou grata, em especial Biel, Ivy, Rodrigo e Yan, por fazerem do Rio minha casa e de suas casas minha casa também (haha), por me permitirem sentir essa sintonia mesmo em poucas semanas e se tornarem parte da minha rotina hoje em dia, e fazerem parte do grupinho de “viajens uerjianas” (mesmo que viajens nunca ocorram).

Ao Yan, amigo querido que eu carrego desde a graduação, com o qual tive a oportunidade de compartilhar aprendizados, experiências e continuar trilhando no mesmo caminho, “dividir casa” e a dividir também o “flatmate” (Obrigada por ter levado o Luiz na viagem da Chapada! Rs).

Aos meus amigos *outside the academic life*, que sempre buscaram fazer parte, estarem por dentro dos meus afazeres, me ajudando a valorizar até mesmo pequenas conquistas, demonstrando paciência com as minhas ausências e ouvindo tantas vezes “eu só quero dormir” em plena sexta-feira.

Ao CEDERJ (equipe, tutores e alunos), por me inspirarem e me permitirem inspirar, mesmo em meio à jornada dupla.

A Germana, Grazi e agora ao Felipe, profissionais externos a academia que me ajudaram a reconhecer os meus talentos, habilidades e pontos fortes.

Ao Luiz Philipe, por trazer calma em meio a tempestade e continuar sendo sempre paz em meio ao caos e a turbulência. Obrigada por ter segurado a minha mão e não ter soltado mais! Obrigada por estar trilhando esse caminho comigo, por me fazer acreditar cada vez mais nos meus sonhos e por sonhar parte deles comigo, transformando eles assim, em nossos sonhos! Obrigada por ser exemplo de foco e determinação, por me dar amor e ser amor! Pela companhia mesmo nos últimos dias (de estresse) da escrita dessa dissertação. Obrigada pois além de estar fazendo parte deste momento, através de toda a sua leveza e cuidado constante me dá a certeza que estará presente em tantos outros!

A Família, agradeço por todo apoio e admiração que sempre demonstram. Por entenderem a minha jornada e me amarem do jeito que eu sou!

Em especial a minha mãe Denise, por cuidar de mim, buscar me entender, e claro, pelos deliciosos lanchinhos oferecidos nas campanhas de campo, e toda a ajuda e apoio de sempre!

Palavras sempre vão faltar, como também, ocasionalmente, nomes de pessoas que se propuseram a ajudar, seja nos trabalhos de campos ou em outros momentos dessa caminhada, e que emanaram boas energias e torceram por mim! Mas a todos vocês, o meu muito obrigada!

“Os experimentos que um cientista supostamente elabora, como também os fatos que talvez ele descubra e as explicações que oferecerá para eles, dependem de como ele contempla a natureza.”

**Andrewartha & Birch, 1984.**

## Resumo

*Cerradomys goytaca* é o único mamífero a ocupar preferencialmente formações abertas mais áridas de restinga e possuir distribuição restrita à uma sessão de restingas do Norte Fluminense. Como várias espécies de roedores neotropicais, *C. goytaca* possui variações dramáticas em seu tamanho populacional cujas causas ainda não são inteiramente compreendidas. O objetivo desta dissertação foi descrever a dinâmica populacional de *C. goytaca* ao longo de maio de 2016 a janeiro de 2018 e avaliar a possível correlação desta dinâmica com a fenologia reprodutiva de espécies vegetais. Utilizou-se o método de captura-marcação-recaptura (CMR) em uma grade de dez transectos, cada um de 10 pontos, configurando uma área de aproximadamente 3,2 ha no Parque Nacional da Restinga de Jurubatiba. Foram levantados dados de dieta da literatura, de informações baseadas em observações em cativeiro e de imagens registradas por armadilhas-fotográficas instaladas na grade de estudo e posicionadas junto a indivíduos de espécies vegetais em frutificação. O monitoramento fenológico ocorreu mensalmente de fevereiro de 2017 a janeiro de 2018. Estimativas de tamanho populacional de *Cerradomys goytaca* foram feitas com base no MNKA, a taxa de sobrevivência foi estimada, e correlações de *Spearman* foram realizadas para detectar a relação de parâmetros demográficos com a frutificação das espécies vegetais monitoradas. O tamanho populacional de *Cerradomys goytaca* foi positivamente correlacionado com os padrões de frutificação de três espécies vegetais (*Neomitranthes obscura*, *Aechmea nudicaulis* e *Eugenia* spp.). A variação das taxas de sobrevivência, assim como a atividade reprodutiva das fêmeas, não foi correlacionada positivamente com a frutificação de nenhuma espécie vegetal. A variação da condição corporal se correlacionou positivamente com *Smilax* sp. O melhor entendimento dessas e de outras importantes interações ecológicas, inclusive com espécies vegetais com picos de frutificação no início do ano, são necessárias para a manutenção e preservação da espécie, como também da formação vegetal e seu ecossistema de restinga.

Palavras-chave: Dinâmica populacional, frugivoria, interação animal-planta.

## Abstract

*Cerradomys goytaca* is the only mammal to prefer the most arid open formations of the restinga to live, and its distribution is restricted just to a session of restingas of the North of the Rio de Janeiro state. As several species of Neotropical rodents, *C. goytaca* presents dramatic variations in its population size whose causes are not totally understood. The objective of this dissertation is to describe the population dynamics of *C. goytaca* over two years and evaluate the possible correlation of this dynamics with the reproductive phenology of plant species. The capture-mark-recapture (CMR) method was used in a grid of 10 transects, each with 10 points, in an area of approximately 3.2 ha at the Jurubatiba Restinga National Park. Data of the *Cerradomys* diet was collected from the literature, and from information based on observations in captivity and images recorded by camera-traps installed in the study grid and settled next to individuals of plant species that was fruiting. The phenological monitoring was monthly performed from February 2017 to January 2018. *C. goytaca* population size estimates were based on the MNKA, the survival rate was also estimated, and *Spearman* correlations were performed to detect the relationship of demographic parameters with the fruiting of the monitored vegetal species. The population size variation of *C. goytaca* showed positive and significant correlations with the fruiting patterns of three plants (*Neomitranthes obscura*, *Aechmea nudicaulis* and *Eugenia* spp.). The survival rate variation and the female reproduction activity did not present significant correlations, but the body condition variation was positively correlated with *Smilax* sp. The best understanding of these and other important ecological interactions, including with plant species with fruiting peaks at the beginning of the year, are necessary for the maintenance and preservation of *C. goytaca*, as well as of the plant formation and the entire restinga ecosystem.

Keywords: Population dynamics, frugivory, animal-plant interaction.

## Lista de Figuras

- Figura 1.** Área de estudo da dissertação, A) Parque Nacional da Restinga de Jurubatiba, B) e C) Formação Aberta Arbustiva de *Clusia* (FAAC), D) Grade amostral formada por 10 transectos de 10 pontos espaçados por aproximadamente 20 m (área de ca. 3,2 ha no total).....11
- Figura 2.** Indivíduo adulto da espécie objeto de estudo, *Cerradomys goytaca*. Fonte: Pablo Gonçalves.....12
- Figura 3.** A) Indivíduo de *C. goytaca* capturado na armadilha. B) Procedimento de marcação e coleta de informações de *C. goytaca* após a captura. C) Indivíduo marcado solto após a realização do procedimento. Fonte: Hudson Lemos.....14
- Figura 4.** Armadilha fotográfica posicionada na FAAC em frente à planta com frutos aptos para consumo. Fonte: Própria autora.....15
- Figura 5.** Frutos disponíveis para contagem na FAAC; A) maduros; B) verdes; C) no chão. Fonte: Própria autora.....16
- Figura 6.** Variação temporal do tamanho populacional (MNKA) e taxa de sobrevivência (Sobrev. Geral) de *C. goytaca* de Maio de 2016 a Janeiro de 2018 no Parque Nacional da Restinga de Jurubatiba.....21
- Figura 7.** A) Proporção de indivíduos fêmeas e machos; B) adultos e jovens; C) fêmeas em atividade reprodutiva (Repr) ou Intervalo (Int), ausência de atividade reprodutiva.....22
- Figura 8.** Regressão do eixo maior entre os logaritmos naturais da massa corporal e do comprimento dos indivíduos capturados de *C. goytaca* no Parque Nacional da Restinga de Jurubatiba.....23
- Figura 9.** Variação temporal da condição corporal de *C. goytaca* no Parque Nacional da Restinga de Jurubatiba: média (X), mediana (┘), intervalos quartis de 95% de confiança, e *outliers* (valores atípicos).....24
- Figura 10.** Registros de *C. goytaca* se alimentando de frutos disponíveis na FAAC; A) *Ternstroemia brasiliensis*; B) *Humiria balsamifera*; C) *Eugenia spp.*; D) *Allagoptera arenaria*.....25
- Figura 11.** Número total de frutos (linha pontilhada preta) e o número de espécies frutificando (linha laranja) ao longo de um ano de monitoramento fenológico na FAAC do Parque Nacional da Restinga de Jurubatiba (PNRJ).....26
- Figura 12.** Correlação entre o tamanho populacional (MNKA) e a frutificação de espécies vegetais da FAAC. Eixo x corresponde ao coeficiente de correlação de *Spearman* (p), e seus respectivos intervalos de confiança de 95%. Barras mais escuras indicam correlação

significativa ( $p < 0.05$ ) (*Neomitranthes obscura*, *Aechmea nudicaulis* e *Eugenia* spp.).....30

**Figura 13.** Correlação entre a condição corporal e a frutificação de espécies vegetais da FAAC. Eixo X corresponde ao coeficiente de correlação de *Spearman* ( $\rho$ ), com seus respectivos intervalos de 95% de confiança. Barras mais escuras indicam correlações significativas ( $p < 0.05$ ) (*Smilax* sp.).....31

**Figura 14.** Regressões lineares entre o tamanho populacional e as espécies correlacionadas, A) *Neomitranthes obscura* ( $R^2 = 0.7952$ ;  $F_{1, 10} = 43.7$ ;  $P < 0.001$ ); B) *Aechmea nudicaulis* ( $R^2 = 0.7896$ ;  $F_{1, 10} = 42.29$ ;  $P < 0.001$ ); C) *Eugenia* spp. ( $R^2 = 0.6279$ ;  $F_{1, 10} = 19.56$ ;  $P = 0.001$ ); entre a condição corporal e a espécie correlacionada B) *Smilax* sp. ( $R^2 = 0.6112$ ;  $F_{1, 10} = 18.3$ ;  $P = 0.001$ ), com intervalos de 95% de confiança.....32

## Lista de Tabelas

- Tabela 1.** Modelos de variação da sobrevivência ( $\Phi$ ) e capturabilidade ( $p$ ) de *C. goytaca* em função do tempo ( $t$ ) e do sexo ( $g$ ) com seus respectivos valores de Critério de Informação Akaike (AICc),  $\Delta$  AICc, diferença para modelo de melhor AICc (Peso AICc), Verossimilhança relativa do modelo e probabilidade de verossimilhança (Verossim.) e desvio.....20
- Tabela 2.** Estimativas de densidade populacional (indivíduos/ha) para *C. goytaca* para a área do gride e da FAAC durante os períodos de campanha de captura..... 21
- Tabela 3.** Espécies vegetais registradas para consumo por *C. goytaca* e gênero, correspondendo à Câm (armadilhas fotográficas), Obs (Observações em biotério) e Lit (Dados extraídos da literatura; Grenha et al, 2010; Silva, 2013).....25
- Tabela 4.** Período de frutificação das espécies e famílias vegetais na FAAC do Parque Nacional da Restinga de Jurubatiba apresentados pela coloração cinza, com picos de frutificação apresentados por (●) e linhas compreendendo o período de estação seca.....27

## Sumário

<b>1. Introdução</b> .....	1
<b>2. Objetivos</b> .....	7
2.1. Objetivo geral.....	7
2.2. Objetivos específicos.....	7
<b>3. Métodos</b> .....	8
3.1. Área de estudo.....	8
3.2. <i>Cerradomys goytaca</i> .....	8
3.3. Delineamento amostral.....	12
3.4. Amostragem populacional.....	12
3.5. Investigação da utilização de recursos frutíferos.....	14
3.6. Avaliação da disponibilidade de recursos frutíferos .....	15
3.7. Análises de dados .....	16
3.7.1. Estimativas populacionais e de sobrevivência.....	16
3.7.2. Índice de massa corporal.....	17
3.7.3. Correlações entre frutificação e parâmetros populacionais .....	18
<b>4. Resultados</b> .....	19
4.1. Parâmetros populacionais.....	19
4.2. Condição corporal.....	23
4.3. Registros de utilização de recursos frutíferos por <i>Cerradomys goytaca</i> .....	24
4.4. Frutificação na FAAC .....	26
4.5. Correlações entre frutificação e parâmetros populacionais de <i>C. goytaca</i> .....	29
<b>5. Discussão</b> .....	33
5.1. Dinâmica populacional de <i>Cerradomys goytaca</i> .....	33
5.2. Interações entre <i>Cerradomys goytaca</i> e espécies vegetais na FAAC.....	35
5.3. Relações entre a frutificação de espécies vegetais e os parâmetros demográficos de <i>Cerradomys goytaca</i> na FAAC.....	38
<b>6. Considerações finais</b> .....	43
<b>7. Referências bibliográficas</b> .....	45
<b>8. Apêndices</b> .....	59

## 1. Introdução

A preservação das interações entre espécies e dos processos ecológicos em ecossistemas naturais constitui uma das metas centrais da Biologia da Conservação (Genes et al., 2017; Jordano et al., 2006; Soulé et al., 2013; Valiente-Banuet et al., 2015). A perda destas interações devido à extinção local de espécies animais e vegetais por impactos humanos vem sendo percebida nas últimas décadas como uma grande ameaça à integridade dos ecossistemas e à perpetuidade de seus serviços ao bem-estar humano (Dirzo et al., 2014; Galetti et al., 2006; Galetti & Dirzo, 2013). Dentre as diversas interações existentes na natureza, destacam-se as interações entre animais e plantas, pois sabe-se que a fauna possui um papel chave na composição e estrutura da comunidade vegetal e que a flora pode fornecer recursos essenciais para a sobrevivência de diversos animais (Andreazzi, Pires & Fernandez, 2009; Bello et al., 2017; Buckley et al., 2006; Howe, 1984; Kearns, Inoué & Wase, 1998; Lugon et al., 2017). Apesar disso, muitas espécies endêmicas ainda possuem suas interações ecológicas pouco conhecidas, mesmo em ecossistemas tropicais peculiares e ameaçados como as restingas.

Restingas são ecossistemas costeiros situados em planícies litorâneas arenosas formadas pela deposição de sedimentos flúvio-marinhos durante o período Quaternário, sendo ambientes geologicamente recentes (Suguió & Tessler, 1984). Apesar de sua formação recente, as restingas abrigam fitofisionomias bem variadas (Araújo et al., 1998). Pode-se citar a alteração na composição florística das restingas ao longo de regiões costeiras com disparidades climáticas, padrão observado até mesmo entre restingas geograficamente próximas (Barbière, 1984) e o gradiente natural de diferentes formações vegetais desde a região pós-praia até o interior da planície litorânea (Pimentel et al., 2007).

Originalmente as restingas ocupavam cerca de 79% da área costeira do Brasil, porém essas áreas originais sofreram intensa degradação e perda de hábitat original, cedendo lugar a crescentes manchas urbanas e a empreendimentos portuários, industriais e rurais diversos (Lacerda, Araújo & Maciel, 1993; Rocha, et al., 2007). O Estado do Rio de Janeiro ainda abriga um dos maiores remanescentes de restinga do país, a Restinga de Jurubatiba. Somente a Restinga de Jurubatiba, possui cerca de dez tipos diferentes de formações vegetais, entre

elas, a Formação Aberta Arbustiva de *Clusia* (FAAC), que ocupa uma das áreas mais extensas da restinga e onde a cobertura vegetal é de aproximadamente 34,02% apenas (Araujo et al., 1998; Pimentel et al., 2007).

Grande parte da área da Restinga de Jurubatiba é protegida pelo Parque Nacional da Restinga de Jurubatiba (PNRJ). O PNRJ tem sido alvo de diversos estudos ecológicos (e.g. Bergallo, et al., 2005; Cogliatti-Carvalho, et al., 2001; Cunha-Barros et al., 2003; Flinte, et al., 2006; Gomes, Loiselle, & Alves, 2008; Hatano et al., 2001; Modolo & Machado, 2010; Monteiro, et al., 2007; Raíces & Bergallo, 2010; Silveira, Monteiro, & Macedo, 2008), e foi o primeiro Parque a nível nacional desenhado para proteger ecossistemas de restinga, auxiliando na preservação de um mosaico de ambientes de grande importância que abriga diversas espécies vegetais e animais (Esteves, 2011). Além disso, o PNRJ abrange um dos sítios do Programa de Pesquisas Ecológicas de Longa Duração (PELD) do Conselho Nacional de Desenvolvimento Científico e Tecnológico (CNPq), que corresponde a Restingas e Lagoas Costeiras do Norte Fluminense. Os sítios PELD são áreas de referência para a pesquisa ecológica no Brasil e abrangem os mais diferentes ecossistemas brasileiros, onde são realizados estudos em áreas temáticas da ecologia, contemplando principalmente longas séries de dados temporais.

Devido às peculiaridades ecológicas e características intrínsecas de restingas, como solo predominantemente arenoso, temperaturas extremas e salinidade alta (Lacerda, Araujo & Maciel, 1993) pode-se inferir que o estabelecimento de seres vivos nas restingas é relativamente difícil. Em geral, foi assumido que a mastofauna local de restingas é menos diversa do que a de formações florestais da Mata Atlântica e poucas espécies de mamíferos silvestres foram descritas como capazes de viver nas formações mais áridas das restingas (Bergallo et al., 2004; Cerqueira, et al., 1993). Entretanto, estudos no PNRJ revelaram a ocorrência de uma espécie de roedor endêmica às restingas do litoral Norte Fluminense e especialista em formações vegetais abertas (Tavares, Pessoa & Gonçalves, 2011).

A espécie de roedor descrita no PNRJ, *Cerradomys goytaca*, popularmente conhecida como “ratinho goitacá”, tem sido vista como uma espécie ecologicamente singular do gênero. Esta percepção se deve ao fato de *C. goytaca* ser o único mamífero a ocupar

preferencialmente as formações abertas mais áridas na restinga e a possuir sua distribuição restrita à uma sessão de restingas do litoral Norte Fluminense (Tavares et al., 2011; Tavares, Pessoa & Seuánez, 2015). A distribuição limitada aliada à constante pressão sobre os ecossistemas de restingas no litoral Norte Fluminense contribuíram para a espécie fosse considerada “Em Perigo de Extinção (EN)” pela Lista Oficial da Fauna Ameaçada de Extinção no Brasil (BRASIL, 2014). Em um dos poucos estudos sobre as interações ecológicas da espécie, Grenha, et al. (2010) demonstraram que *C. goytaca* é um importante consumidor e potencial dispersor de sementes da palmeira *Allagoptera arenaria* (Gomes) Kuntze (Arecaceae), popularmente conhecida como “guriri” ou “juruba”, uma das espécies vegetais mais abundantes na FAAC (Pimentel et al., 2007).

Sementes de palmeiras são consideradas ricas fontes de energia para diversos animais, incluindo roedores, e esse e outros frutos com polpa carnosa desenvolvem um importante papel na sustentação de diversas espécies frugívoras (Staggemeier, Cazetta & Morellato, 2017; Zona & Henderson, 1989). O consumo de frutos e sementes, mesmo que em proporções variadas, indica um forte potencial dispersor para os pequenos mamíferos, embora as informações sobre hábitos alimentares de muitas espécies ainda sejam escassas, e inferências alimentares são por vezes feitas a partir dos hábitos de espécies filogeneticamente próximas (Lessa & Geise, 2010). Os padrões fenológicos das espécies vegetais consumidas por frugívoros em um determinado local podem fornecer a aquisição de informações sobre a dinâmica das interações entre frugívoros e plantas (Silva, 2013). Através de estudos de monitoramentos vegetais fenológicos, é possível obter informações sobre a sazonalidade de fases reprodutivas, como a frutificação, e buscar correlações com possíveis parâmetros populacionais de espécies que dependam diretamente de recursos frutíferos (Lieth, 1974; Galetti et al., 2003).

A maioria dos roedores neotropicais possuem uma dieta onívora ou frugívora/onívora (Paglia et al., 2012), incluindo frutos e sementes em diferentes proporções. De acordo com Fonseca & Kierulff (1989), é possível que roedores dependam mais de recursos frutíferos, do que outros pequenos mamíferos. Assumindo que as sementes do guriri são um importante recurso para *C. goytaca*, Lemos & Gonçalves (2015), no

primeiro estudo sobre a dinâmica populacional da espécie, propuseram uma relação positiva entre a oferta de frutos maduros e o período de maior taxa de sobrevivência deste roedor. Estes autores verificaram que a maior taxa de sobrevivência e o tamanho máximo da população ocorriam ao final da estação seca, sugerindo que a flutuação populacional desta espécie é positivamente relacionada com recursos disponibilizados em maior escala durante períodos de estiagem. Porém, nenhuma informação mais específica foi fornecida sobre as relações entre a fenologia do guriri, ou de outros recursos frutíferos, com a flutuação populacional de *C. goytaca*.

As condições limítrofes apresentadas pelas formações vegetais mais abertas de restingas e os resultados de estudos anteriores (Lemos, 2013; Lemos & Gonçalves, 2015) indicam que provavelmente a flutuação populacional da espécie está ligada a utilização de recursos cuja disponibilidade seja maior em períodos de estiagem. Embora já tenham sido observados maiores tamanhos em populações de roedores sigmodontíneos também durante a estação chuvosa (Gentile et al., 2006), a maioria dos estudos populacionais realizados com esses roedores mostram picos populacionais durante a estação seca (Bergallo & Magnusson, 1999; Ernest & Mares, 1986; Fonseca & Kierulff, 1989; Gentile, D'Andrea, Cerqueira & Maroja, 2000; Feliciano, et al., 2002; D'Andrea et al., 2007; Antunes, et al., 2009). Padrão este também constatado para *Cerradomys goytaca*, com picos populacionais registrados no mês de agosto por 3 anos consecutivos (Lemos, 2013; Lemos & Gonçalves, 2015). O mesmo padrão foi verificado, de acordo com Vieira (1999), para outra espécie do gênero habitante do Cerrado, *Cerradomys scotti* (Langguth & Bonvicino, 2002).

Em geral, mudanças no tamanho de uma população podem estar tanto relacionadas ao movimento dos animais (emigração e imigração), como em episódios de dispersão, quanto a processos de reprodução e sobrevivência, que de acordo com Berryman (2002), são a causa principal das flutuações populacionais. Berryman (2002) define a dinâmica populacional como o estudo de fenômenos que governam taxas de natalidade e mortalidade. Estes podem ser expressos através de mudanças em números, biomassa ou composição de espécies. Podemos incluir ainda a taxa de predação, a disponibilidade e suprimento de recursos, como abrigo, alimentação, entre outros, como fatores ecológicos intrínsecos ao ambiente

causadores de variação no tamanho de populações (Caughley & Sinclair, 1994). Os fatores que afetam a dinâmica de populações podem ser divididos em endógenos (ex. competição, predação e disponibilidade de recursos alimentares) e exógenos (ex. climáticos e distúrbios ambientais, sendo eles antrópicos ou não) (Andrewartha & Birch, 1984; Nicholson, 1933; Previtalli et al., 2009). Os fatores endógenos influenciam a densidade de populações, causando mudanças em um parâmetro variável, como por exemplo, a taxa de crescimento de uma população, e ao mesmo tempo podem ser afetados por esse parâmetro (Previtali et al., 2009). Já os fatores exógenos não são influenciados pela densidade populacional, por mais que também sejam capazes de afetá-la (Previtali et al., 2009). A influência de ambos fatores pode alterar parâmetros populacionais como a taxa de sobrevivência, reprodução, estrutura sexual e etária, biomassa e reserva energética de pequenos mamíferos (Andrewartha & Birch, 1984; Nicholson, 1933; Previtalli et al., 2009).

Picos populacionais em grande parte dos estudos populacionais têm sido interpretados como respostas tardias aos efeitos positivos e cumulativos da última estação chuvosa na sobrevivência e no recrutamento através da maior disponibilidade de recursos alimentares (Bergallo & Magnusson, 1999; Fonseca & Kierulff, 1989). Em ambientes tropicais as flutuações populacionais de roedores têm sido geralmente associadas a mudanças temporais nos níveis de precipitação (Adler, 1998; Bergallo, 1995; Bergallo & Magnusson, 1999; Galante & Cassini, 1994; Murúa & Gonzalez, 1986; Pearson, 1975; Streilein, 1982). Parte disso, justifica-se devido a disponibilidade de recursos, que supostamente seria afetada diretamente pela frequência e volume das chuvas. Feliciano et al. (2002) afirmam que recursos como artrópodes, sementes, frutos e outras partes de plantas, podem compor a gama principal de recursos para roedores, podendo também responder de diferentes maneiras às variações na precipitação.

A disponibilidade de recursos frutíferos já foi relacionada diretamente com a reprodução, que foi associada por sua vez à precipitação, já que a reprodução ocorrente em períodos chuvosos pode estar relacionada com a disponibilidade de recursos alimentares especificamente disponíveis neste período (Atramentowicz, 1986; Cerqueira, 1988; Lee & Cockburn, 1985). Bergallo e Magnusson (1999) apontaram, inclusive, os efeitos da

disponibilidade de recursos alimentares na reprodução e sobrevivência de quatro espécies de roedores da Mata Atlântica. A influência do recurso e da alimentação pode ser tão forte que Feliciano et al (2002) afirmam que até mesmo mudanças em flutuações populacionais de espécies dois anos depois podem ser explicadas pelas diferenças em seus hábitos de alimentação passados. Entretanto, em restingas esta relação entre os recursos alimentares e os parâmetros populacionais de pequenos mamíferos ainda não está clara.

A sobrevivência também retém grande importância no ramo da ecologia de populações, já que compõem um dos principais elementos do valor adaptativo dos organismos (Ridley, 2006). Isto ocasiona efeitos no crescimento de uma população, muitas vezes refletidos através de marcantes flutuações populacionais (Fonseca & Kierulff, 1989). Além disso, espera-se que populações de organismos com desequilíbrio na sua razão etária ou sexual, bem como nas taxas de sobrevivência, estejam mais sujeitas à extinção. A condição corporal dos animais também pode fornecer importantes informações qualitativas sobre a estabilidade e o crescimento de uma população (Calder, 1984; Peters, 1986). Parâmetros como a biomassa estão diretamente ligados ao consumo de recursos necessários para a sobrevivência dos indivíduos de uma população (Ernest et al., 2008). Portanto, nesse caso também é importante avaliar uma variável que possa indicar mais diretamente a exploração de recursos alimentares.

Já que nenhuma informação mais específica foi fornecida sobre as relações entre a fenologia do guriri, ou de outros recursos frutíferos, com a flutuação populacional de *C. goytaca*, e sabe-se que a maioria dos roedores neotropicais possuem uma dieta onívora ou frugívora/onívora, e que de forma geral roedores podem depender mais de recursos frutíferos, do que outros pequenos mamíferos (Fonseca & Kierulff, 1989; Paglia et al., 2012), é possível que a flutuação populacional de *C. goytaca* seja influenciada pela disponibilidade de recursos frutíferos. Para isso, é preciso que seja identificada a oferta de recursos frutíferos na FAAC, inclusive no período de maior tamanho populacional de *C. goytaca*, e que a espécie seja capaz de se alimentar de uma maior variedade de recursos frutíferos.

Considerando tais circunstâncias, esta dissertação tem como principal objetivo investigar a relação entre a fenologia de recursos frutíferos da FAAC e a flutuação

populacional de *C. goytaca*, uma espécie endêmica de restingas, ameaçada de extinção e de biologia pouco conhecida. Além disso, buscamos identificar espécies vegetais que estejam correlacionadas positivamente com variações gerais dos parâmetros populacionais da espécie, acrescentando também, informações sobre possíveis itens alimentares e interações ecológicas de *C. goytaca*.

## 2. Objetivos

### 2.1. Objetivo geral

Investigar a relação entre a disponibilidade de frutos na Formação Aberta Arbustiva de *Clusia* (FAAC) da Restinga de Jurubatiba e as flutuações populacionais de *Cerradomys goytaca*.

### 2.2. Objetivos específicos

- Descrever a dinâmica populacional de *C. goytaca* na FAAC através das variações temporais no tamanho populacional, taxa de sobrevivência, período e proporção de fêmeas reprodutivas, razão sexual, estrutura etária e condição corporal.
- Identificar itens alimentares vegetais ainda não conhecidos da dieta de *C. goytaca*.
- Descrever o padrão temporal de frutificação da FAAC para identificar a oferta sazonal de potenciais recursos frutíferos para *C. goytaca*.
- Avaliar se os períodos de maior tamanho populacional, sobrevivência e outros possíveis parâmetros populacionais de *C. goytaca* encontram-se correlacionados a períodos que espécies vegetais específicas oferecem maior quantidade de recursos frutíferos.

### 3. Métodos

#### 3.1. Área de estudo

O estudo foi conduzido no Parque Nacional da Restinga de Jurubatiba (localizado entre as altitudes 22°06' e 22°18'S e longitudes 41°10' e 41°42'O), especificamente no trecho localizado no município de Carapebus, Rio de Janeiro, Brasil (Figura 1.A). Embora a restinga de Jurubatiba disponha de uma fitofisionomia variada, incluindo grandes partes de formações vegetais abertas, alguns cordões florestais, bem como formação pós-praia (Araujo et al., 1998), a área amostral do estudo se encontra na Formação Aberta Arbustiva de *Clusia* (FAAC), área onde o *C. goytaca* é a única espécie de mamífero que habita exclusivamente, e onde sua maior abundância pode ser encontrada (Bergallo et al., 2004; Lemos & Gonçalves, 2015) (Figura 1.B).

As formações vegetais mais abertas, como a Formação Aberta Arbustiva de *Clusia* (FAAC), são caracterizadas por ilhas de vegetação intercaladas por áreas de areia branca, onde elevadas temperaturas, salinidade e solos pobres restringem a colonização de diversas espécies vegetais (Pereira, Cordeiro & Araujo, 2004) (Figura 1.C), constituindo-se assim em um dos ambientes mais áridos das restingas. Tem sido proposto que algumas espécies vegetais funcionam como pioneiras e/ou facilitadoras (*e.g.*, *Allagoptera arenaria*, *Aechmea nudicaulis* e *Clusia hilariana*) favorecendo a entrada de outras espécies nesta fisionomia vegetal (Scarano, 2002; Zaluar & Scarano, 2000). Porém, o que não se sabe muito bem ainda é como animais, incluindo pequenos mamíferos, são capazes de sobreviver e se adaptar a esses ambientes e como essa dinâmica ambiental influencia a dinâmica de espécies animais.

#### 3.2. *Cerradomys goytaca*

*Cerradomys goytaca* foi a primeira espécie endêmica descrita para a Restinga de Jurubatiba, além de ser também uma das poucas espécies de mamíferos endêmicas de ambientes de restinga (Tavares et al., 2011). A nova espécie de roedor foi classificada na subfamília Sigmodontinae (Wagner 1843), e compõe o gênero *Cerradomys* com outras 7

espécies: *C. subflavus*, *C. maracajuensis*, *C. marinhos*, *C. scotti*, *C. langguthi*, *C. vivoi*, *C. goytaca* e *C. akroai* (Bonvicino, 2003; Bonvicino, et al., 2014; Langguth & Bonvicino, 2002; Tavares et al. 2011; Percequillo et al., 2008). Mesmo considerando a variedade de espécies do gênero, *C. goytaca*, conhecido popularmente como o ratinho goitacá, é visto como uma espécie singular por ocupar um habitat significativamente diferente dos outros membros do grupo (Tavares et al., 2011). É conhecida a partir de apenas cinco localidades, compreendendo o estado do Rio de Janeiro e o extremo norte do estado do Espírito Santo (Percequillo, 2015). Traz singularidade regional principalmente para as restingas do norte-fluminense, por ser a primeira espécie de mamífero encontrada em somente uma sessão de restinga em todo o litoral (Tavares et al., 2011).

É considerado um roedor pequeno, de comprimento entre 116-166 mm (cabeça e corpo) e comprimento da cauda de 130-181 mm (Percequillo, 2015). Morfologicamente pode ser caracterizado pela pelagem dorsal curta, geralmente alaranjada ou grisalha com marrom, cor da cabeça acizentada, especialmente ao redor dos olhos, ventre esbranquiçado coberto por curtos e dispersos pêlos com bases que variam de cinza claro a cinza acastanhado, e cauda bicolor (pêlos e escamas despigmentadas na superfície ventral e ao longo da porção proximal e uniformemente escuras acima) (Percequillo, 2015) (Figura 2).

Grenha et al. (2010) afirmaram, em uma das primeiras relações ecológicas descritas para a espécie, que esse roedor encontra-se estritamente associado com as sementes de *Allagoptera arenaria* na Restinga de Jurubatiba. Dois de seus predadores naturais também puderam ser revelados através de outras pesquisas, a coruja *Tyto furcata* e o cachorro-domato, *Cerdocyon thous* (Lemos, et al., 2015; Raíces & Bergallo, 2010). Entre outros estudos, seus ninhos e pelos já demonstraram ser suscetíveis para o estabelecimento de parasitas (Martins-Hatano et al., 2011), e desde então outras espécies de parasitas (incluindo espécies novas) vem sendo descritas para o roedor (Oliveira, Oliveire & Ederli, 2017; Ederli et al., 2018), e pôde ser notada a aceleração da evolução craniana, quando considerando o seu gênero (Tavares, et al., 2016). Um recente estudo de mestrado sugere ainda que *C. goytaca* possua uma maior capacidade de concentrar urina, representando assim uma das adaptações para viver em um ambiente limitante como a restinga (Silva, 2016). Já o único estudo

populacional da espécie, demonstrou uma relação negativa entre a precipitação e a sobrevivência e o crescimento populacional da espécie (Lemos & Gonçalves, 2015).

### *3.3. Delineamento amostral*

A área amostral do estudo correspondeu a dez transectos lineares paralelos com distância de aproximadamente 20 m entre si. Cada transecto possuiu 10 pontos também espaçados entre si por cerca de 20 m, configurando assim uma grade de aproximadamente 3,2 ha (180 m x 180 m) em uma das áreas de FAAC do PNRJ (22°16'15.00"S 41°38'39.90"O). Os pontos amostrais foram sempre localizados no interior de moitas de vegetação, tanto para amostragem de *C. goytaca*, quanto para o monitoramento da frutificação de espécies vegetais (Figura 1.D).

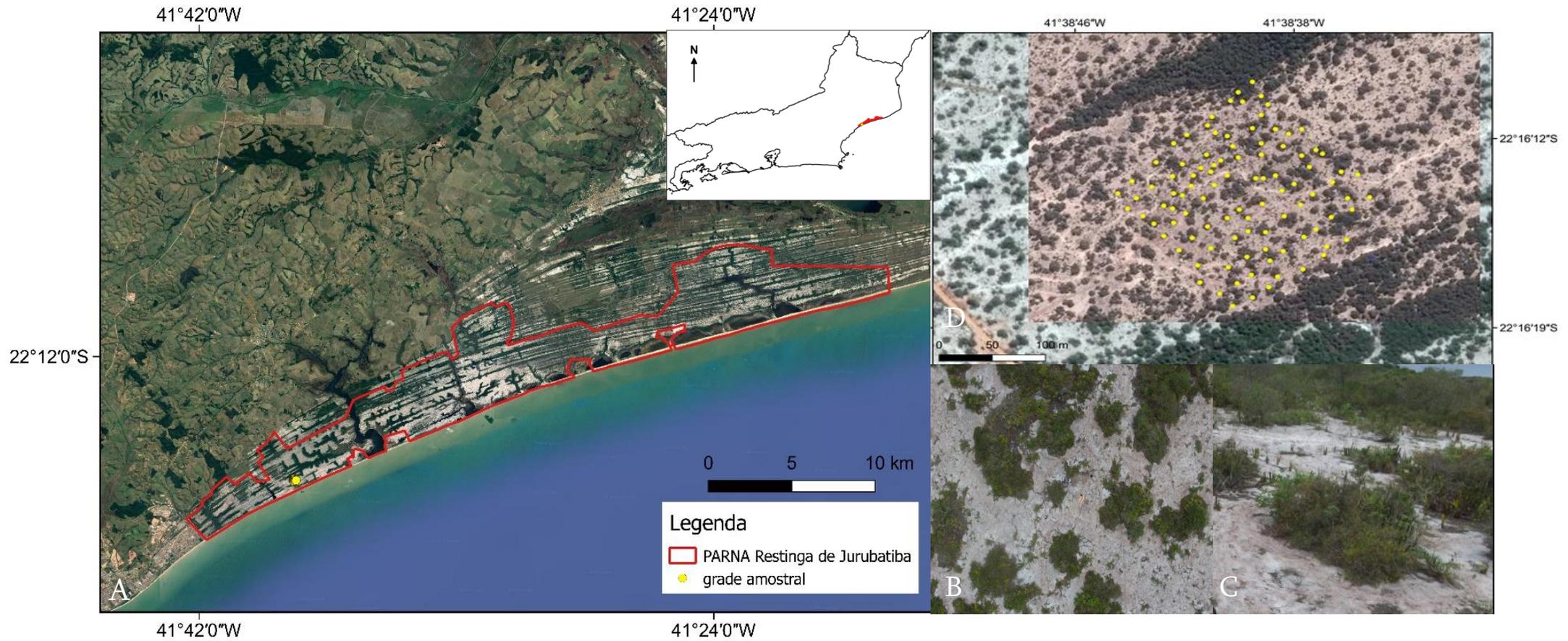


Figura 1. Área de estudo da dissertação, A) Parque Nacional da Restinga de Jurubatiba, B) e C) Formação Aberta Arbustiva de Clusia (FAAC), D) Grade amostral formada por 10 transectos de 10 pontos espaçados por aproximadamente 20 m (área de ca. 3,2 ha no total).



Figura 2. Indivíduo adulto da espécie objeto de estudo, *Cerradomys goytaca*. Fonte: Pablo Gonçalves.

#### 3.4. Amostragem populacional

A população de *C. goytaca* foi estudada através do método de captura-marcação-recaptura (CMR) descrito por Krebs (1998). O princípio básico deste método é que em uma primeira amostragem os animais são capturados, marcados e devolvidos à população (que tem seu tamanho desconhecido), e em uma segunda amostragem, os animais capturados constituem indivíduos nunca marcados (primeiras capturas), além de indivíduos já marcados (recapturas) (Pollock, 1986). Deste modo, o número de primeiras capturas contribui para estimativas de recrutamento (nascimento ou imigração), enquanto o número de recapturas contribui para estimativas do tamanho da população e sobrevivência. Os indivíduos de *C. goytaca* foram capturados com o uso de armadilhas Sherman® (30 cm x 8 cm x 9 cm) e Tomahawk® (45 cm x 16 6 cm x 16 cm), sendo uma de cada modelo disposta nos pontos de amostragem ao decorrer de cada transecto conforme a grade descrita na Figura 1.D. Um total de 200 armadilhas foram instaladas em cada campanha e as armadilhas ficaram abertas durante 7 noites seguintes a instalação. As armadilhas eram iscadas todos os dias com uma mistura de banana, farelo de milho, farinha de amendoim e sardinha, seguindo o mesmo método adotado para campanhas de abundância populacional da espécie em estudos

anteriores na mesma localidade. Todas as campanhas compreenderam 7 noites seguidas de amostragem e foram realizadas bimestralmente de maio de 2016 a janeiro de 2018, com exceção da campanha de janeiro de 2018 que teve que ser interrompida em sua quinta noite de amostragem devido a problemas de segurança pública nas redondezas da área de estudo, totalizando 11 campanhas de amostragem.

A partir da captura de um indivíduo de *C. goytaca*, informações sobre sexo, massa corporal (g), mensurações corporais (comprimentos do corpo, da cauda e do pé, segundo DeBlase et al., 1981), classificação etária (jovem e adulto), como proposto por Bergallo (1995), considerando jovens os machos menores que o menor macho com escrotos desenvolvidos e as fêmeas menores que a menor fêmea sem membrana vaginal íntegra, como também informações sobre condições reprodutivas (gravidez e lactação das fêmeas) eram coletadas. Os indivíduos capturados foram identificados e marcados com brincos numerados (modelo 1005-1, National Band & Tag, Inc.). A recaptura desses indivíduos em diferentes campanhas foi registrada sob a forma de histórias de captura-recaptura (séries binárias de 0 e 1). A partir destas histórias de captura-recaptura, informações importantes sobre o tamanho populacional e a taxa de sobrevivência puderam ser acessadas. Os dados colecionados durante as campanhas também possibilitaram descrever a estrutura da população em termos de proporções entre machos e fêmeas e jovens e adultos, maior período de eventos reprodutivos e acesso a taxas de crescimento e outras características individuais que podem ser representativas para a população (Figura 3).



Figura 3. A) Indivíduo de *C. goytaca* capturado na armadilha. B) Procedimento de marcação e coleta de informações de *C. goytaca* após a captura. C) Indivíduo marcado solto após a realização do procedimento. Fonte: Hudson Lemos.

### 3.5. Investigação da utilização de recursos frutíferos

Para investigação de atividades relacionadas à utilização de recursos frutíferos por *C. goytaca* e identificação de espécies que possam fazer parte da sua dieta, foram levantados dados da literatura tanto para a espécie, quanto para outras espécies do gênero, e informações referentes a observações de indivíduos de *C. goytaca* alojados no Biotério de Experimentação de Roedores do NUPEM/UFRJ (Núcleo em Ecologia e Desenvolvimento Sócio-ambiental em Macaé) (T. Konno *comunicação pessoal*).

Além disso, para complementar a lista da gama de itens alimentares vegetais consumidos por *C. goytaca*, armadilhas-fotográficas da marca Bushnell (modelo Trophy Cam e Trail Camera) foram instaladas na grade de amostragem ao longo do estudo, posicionadas junto a indivíduos de espécies vegetais que estavam frutificando próximo ao

solo e/ou que estavam com frutos, ainda disponíveis para consumo, caídos no chão (Figura 4).



Figura 4. Armadilha fotográfica posicionada na FAAC em frente à planta com frutos aptos para consumo. Fonte: Própria autora.

### 3.6. Avaliação da disponibilidade de recursos frutíferos

A área de investigação correspondeu à grade de transectos estabelecida para a amostragem de *C. goytaca* na FAAC, tendo monitoramento fenológico realizado mensalmente de fevereiro de 2017 a janeiro de 2018. As moitas correspondentes aos pontos amostrais da grade foram checadas em cada monitoramento à procura de indivíduos de espécies vegetais em frutificação. A partir do momento que a atividade de frutificação era detectada, a espécie vegetal era identificada em campo, ou então parte da planta era coletada como material testemunho para ser posteriormente processada, identificada e depositada na coleção científica do Herbário do NUPEM/UFRJ. A fenofase de interesse, a frutificação, foi considerada a partir do período que a planta apresentou frutos imaturos/verdes até o momento em que haviam frutos no chão ainda disponíveis e em condições para alimentação (Alencar, Almeida & Fernandes, 1979). Toda vez que um indivíduo de espécie vegetal apresentava frutos em ao menos uma dessas condições, era considerada a ocorrência de um evento de frutificação. A contagem do número de frutos verdes, maduros e caídos no chão

foi realizada com o auxílio de um contador manual (Figura 5). Para copas de árvores de difícil visualização ou com muitos frutos, estimações eram realizadas a partir de uma ou mais porções de da copa, como sugerido em estudos fenológicos.



Figura 5. Frutos disponíveis para contagem na FAAC; A) maduros; B) verdes; C) no chão. Fonte: Própria autora.

### 3.7. Análises de dados

#### 3.7.1. Estimativas populacionais e de sobrevivência

Para acessar características da população foram realizadas análises exploratórias calculando a porcentagem de indivíduos machos e fêmeas, jovens e adultos e em atividade reprodutiva, como também o período reprodutivo da população, o desvio da razão sexual e a densidade populacional pela área da grade de estudo. As classes etárias e condição reprodutiva das fêmeas foram estudadas conforme descrito em Lemos & Gonçalves (2015), considerando suas proporções na população. O desvio na razão sexual foi investigado a partir do número total de indivíduos capturados durante o período de estudo. A hipótese nula de que a razão sexual seria 1:1 foi testada através do teste de Qui-quadrado com correção de Yates.

As estimativas de tamanho populacional ( $N$ ) ao longo das campanhas foram feitas com base no número mínimo de indivíduos sabidamente vivos (MNKA, Krebs, 1998), calculado a partir das histórias individuais de captura e recaptura. O MNKA é um dos métodos mais simples e mais utilizados e corresponde a contagem dos indivíduos capturados e marcados em uma campanha somados aos indivíduos que foram capturados e marcados antes e depois desta campanha. O método assume uma população fechada, sem mortes, nascimentos, imigração ou emigração, e com ausência de variação na probabilidade de

captura dos indivíduos durante as campanhas de captura-marcação-recaptura (Fernandez, 1995). Por mais que essas sejam premissas dificilmente atendidas pela maior parte dos estudos, já foi demonstrado que as abundâncias de pequenos mamíferos estimadas pelo MNKA são concordantes com as geradas pelos métodos probabilísticos, sendo assim uma boa ferramenta para estudos que não dispõem de capturas suficientes para a utilização de estimadores populacionais mais robustos e modelos mais complexos (Pacheco et al., 2013).

A taxa de sobrevivência foi estimada por meio do método para populações abertas Jolly-Seber (JS) (Jolly, 1965; Seber, 1965) no programa Mark 6.2 (Cooch & White, 2011). A variação nas taxas de sobrevivência foram calculadas para 2 diferentes parâmetros (tamanho populacional e sexo), comparando um total de 20 diferentes modelos, inicialmente 4 que consideraram a sobrevivência constante ( $\phi(\cdot)$ ) ou variável em diferentes campanhas ( $\phi(t)$ ), e a capturabilidade constante ( $p(\cdot)$ ) ou variável ao longo do tempo ( $p(t)$ ), e posteriormente mais 16 modelos que ainda consideravam a influência da inserção de grupos ( $g'$ ) (= machos ou fêmeas) em relação a todos esses modelos.

Para selecionar os modelos que melhor se ajustaram aos dados observados das populações abertas e fechadas foi observado o menor valor de Critério de Informação Akaike (AICc) e feito teste de razão de verossimilhança (*Likelihood ratio tests*) entre os modelos concorrentes. De acordo com Johnson & Omland (2004) dois ou mais modelos são considerados igualmente ajustados aos dados no caso de diferenças de AICc ( $\Delta AICc$ ) menores que dois.

### 3.7.2. Índice de condição corporal

A alocação de recursos em indivíduos também pode ser um bom parâmetro para avaliar o crescimento de uma população, ponderando assim, tantos indicadores quantitativos (ex: número de indivíduos), quanto indicadores qualitativos (ex: condição corporal), além de proporcionar também a avaliação da estabilidade e do equilíbrio desta população. Parâmetros qualitativos como a biomassa podem estar diretamente ligados ao consumo de recursos necessários para a sobrevivência dos indivíduos de uma população. Ernest et al. (2008) inclusive afirmam que o número de indivíduos geralmente não reflete a taxa de

consumo de um determinado recurso em uma população ou comunidade onde indivíduos ou espécies diferentes divergem entre si em relação ao tamanho corporal. Portanto, uma variável que possa indicar a eficiência de exploração de recursos se torna mais indicada para demonstrar a estabilidade de uma população ou comunidade.

Neste sentido, o *scaled mass index*  $\hat{M}_i$  (Peig & Green, 2009) indica reservas energéticas para pequenos mamíferos através de um ajuste alométrico da massa corporal em relação ao comprimento do corpo (Peig & Green, 2009; Peig & Green, 2010), de modo que a mesma se torne independente, conforme a seguinte fórmula:

$$\hat{M}_i = M_i \left( \frac{L_0}{L_i} \right)^{b_{SMA}}$$

Onde  $M_i$  e  $L_i$  são, respectivamente, a massa e o comprimento do corpo do indivíduo  $i$ ,  $L_0$  é o comprimento médio do corpo em toda a amostra e  $b_{SMA}$  é o coeficiente de regressão modelo II do eixo maior padronizado para os logaritmos da massa corporal e do comprimento do corpo. Os dados utilizados foram referentes à primeira captura dos indivíduos considerados adultos ao longo do estudo. O teste ANOVA foi realizado no Programa R versão 3.4.4 (R Development Core Team, 2018) para avaliar se a variação na condição corporal dos animais foi maior entre campanhas do que dentro de uma mesma campanha.

### 3.7.3. Correlações entre frutificação e parâmetros populacionais

Correlações não-paramétricas de *Spearman* foram realizadas utilizando funções do pacote “psych” no Programa R versão 3.4.4 (R Development Core Team, 2018) para avaliar a relação de parâmetros demográficos (tamanho populacional, taxas de sobrevivência e condição corporal) de *C. goytaca* com a frutificação das espécies vegetais monitoradas (quantidade de frutos ofertados mensalmente). Espécies com somente um evento de frutificação descrito foram descartadas, assim como espécies com até três eventos de frutificação incluindo apenas dezenas de frutos.

Como as campanhas de amostragem de *C. goytaca* foram bimestrais ( $n=6$ ) e as campanhas de fenologia foram mensais ( $n=12$ ), durante o mesmo período (2017-2018), os

dados ausentes de meses intermediários entre duas campanhas de amostragem de *C. goytaca* foram estimados por interpolação linear. Este procedimento permitiu um maior poder estatístico às análises de correlação, embora as mesmas tendências de correlação tenham sido vistas quando os dados fenológicos foram reduzidos à bimestres ( $n = 6$ ) e comparados com os dados de *C. goytaca* não interpolados.

As relações entre os parâmetros demográficos de *C. goytaca* e a frutificação de espécies vegetais indicadas como potenciais recursos ao roedor foram exploradas adicionalmente por meio de regressões lineares, onde a variável resposta consistiu no parâmetro demográfico de *C. goytaca* e a variável preditora na quantidade de frutos da espécie vegetal indicada como possível recurso. Todos os dados foram log-transformados previamente às análises para maximizar a colinearidade entre os parâmetros demográficos e de frutificação.

## 4. Resultados

### 4.1. Parâmetros populacionais

Um esforço de 15.000 armadilhas-noite foi empreendido ao longo das 11 campanhas bimestrais de captura entre maio de 2016 a janeiro de 2018. Esse esforço resultou em 157 capturas de *Cerradomys goytaca*, o que proporcionou um sucesso de captura de 1,05 %. Ao todo, 84 indivíduos de *C. goytaca* foram capturados e marcados, levando a um total de 73 recapturas da espécie. Porém, além da espécie foco do estudo, houve também a captura de 5 diferentes espécies, sendo uma mamífero (*Marmosa paraguayana*), três répteis (*Glaucmastix littoralis*, *Tropidurus torquatus*, *Salvator merianae*) e uma ave não identificada.

Os resultados da seleção de modelos (Tabela 1) para estimativa das taxas de sobrevivência mostraram que o modelo que melhor se ajustou aos dados combina uma capturabilidade ( $p$ ) constante e uma taxa de sobrevivência ( $\Phi$ ) variável ao longo do tempo ( $t$ ).  $\{\Phi(t)p(\cdot)\}$ . Quando avaliamos a possível influência do sexo em  $p$  e  $\Phi$ , o melhor modelo selecionado foi  $\{\Phi(g)p(g't)\}$ , indicando que a sobrevivência varia entre machos e fêmeas (Tabela 1). Portanto, mesmo que os dados não tenham permitido uma seleção mais robusta entre modelose m relação a quantidade de parâmetros avaliados, um resultado que parece

robusto é que a consideração do sexo nas estimativas contribui para melhorar a modelagem da sobrevivência. Adicionalmente foi possível verificar que a sobrevivência das fêmeas variou temporalmente (t) (Apêndice A).

**Tabela 1.** Modelos de variação da sobrevivência ( $\Phi$ ) e capturabilidade ( $p$ ) de *Cerradomys goytaca* em função do tempo (t) e do sexo (g) com seus respectivos valores de Critério de Informação Akaike (AICc),  $\Delta$  AICc, diferença para modelo de melhor AICc (Peso AICc), Verossimilhança relativa do modelo e probabilidade de verossimilhança (Verossim.) e desvio.

Modelo	AICc	$\Delta$ AICc	Peso AICc	Verossim.	Nº. Parâm.	Desvio
<i>Influência de (t) em (<math>\Phi</math>) e (p)</i>						
<b>{<math>\Phi</math>(t)p(.)}</b>	<b>119.8631</b>	<b>0</b>	<b>0.7737</b>	<b>1</b>	<b>8</b>	<b>14.3515</b>
{ $\Phi$ (.)p(.)}	123.1976	3.3345	0.1461	0.1888	1	33.1626
{ $\Phi$ (t)p(t)}	124.7129	4.8498	0.0685	0.0855	10	14.3515
{ $\Phi$ (.)p(t)}	128.2347	8.3716	0.0118	0.0152	7	25.0722
<i>Influência de (t) e (g) em (<math>\Phi</math>) e (p)</i>						
<b>{<math>\Phi</math>(g) p(g't)}</b>	<b>112.6094</b>	<b>0</b>	<b>0.2234</b>	<b>1</b>	<b>6</b>	<b>27.8431</b>
{ $\Phi$ (g't) p(.)}	113.8772	1.2678	0.1185	0.5305	11	17.0849
{ $\Phi$ (g't) p(g)}	113.8772	1.2678	0.1185	0.5305	11	17.0849
{ $\Phi$ (g't) p(t)}	113.8772	1.2678	0.1185	0.5305	11	17.0849
{ $\Phi$ (g't) p(g't)}	113.8772	1.2678	0.1185	0.5305	11	17.0849
{ $\Phi$ (g) p(.)}	115.3045	2.6951	0.0581	0.2599	2	39.2933
{ $\Phi$ (g) p(g)}	115.3045	2.6951	0.0581	0.2599	2	39.2933
{ $\Phi$ (t) p(g)}	115.3062	2.6968	0.0580	0.2596	9	23.4794
{ $\Phi$ (t) p(g't)}	115.4088	2.7994	0.0551	0.2467	11	18.6164
{ $\Phi$ (.) p(g't)}	116.8631	4.2537	0.0266	0.1192	7	29.7928
{ $\Phi$ (.) p(g)}	117.3206	4.7112	0.0212	0.0948	2	41.3093
{ $\Phi$ (.) p(t)}	119.1682	6.5588	0.0084	0.0376	7	32.0980
{ $\Phi$ (t) p(.)}	119.3300	6.7206	0.0078	0.0347	8	29.9068
{ $\Phi$ (t) p(t)}	119.3300	6.7206	0.0078	0.0347	8	29.9068

Como pode ser observado na Figura 6, o roedor *C. goytaca* apresentou um pico populacional bem distinto nos dois anos de estudo durante mês de setembro. É notável também que os períodos de maiores tamanhos populacionais ocorreram durante a estação seca, iniciando em maio/julho de ambos anos, com queda no tamanho populacional durante o mês de novembro, mês que corresponde ao início da estação chuvosa. Este padrão foi evidente nos dois anos de estudo. Entretanto, no ano de 2017 ocorreu o maior pico e o maior tamanho populacional de maneira geral.

Quanto aos períodos de maior sobrevivência da população, a Figura 6 indica que esse parâmetro parece seguir o padrão de aumento e decréscimo do tamanho populacional, de

modo que incrementos na taxa de sobrevivência são sucedidos por crescimento demográfico uma campanha depois, da mesma forma que as quedas de tamanho populacional são precedidas de decréscimos na taxa de sobrevivência. Pode ser observado também que no primeiro ano do estudo (2016), a população além de apresentar tamanhos populacionais menores, apresenta maior variação na sobrevivência.

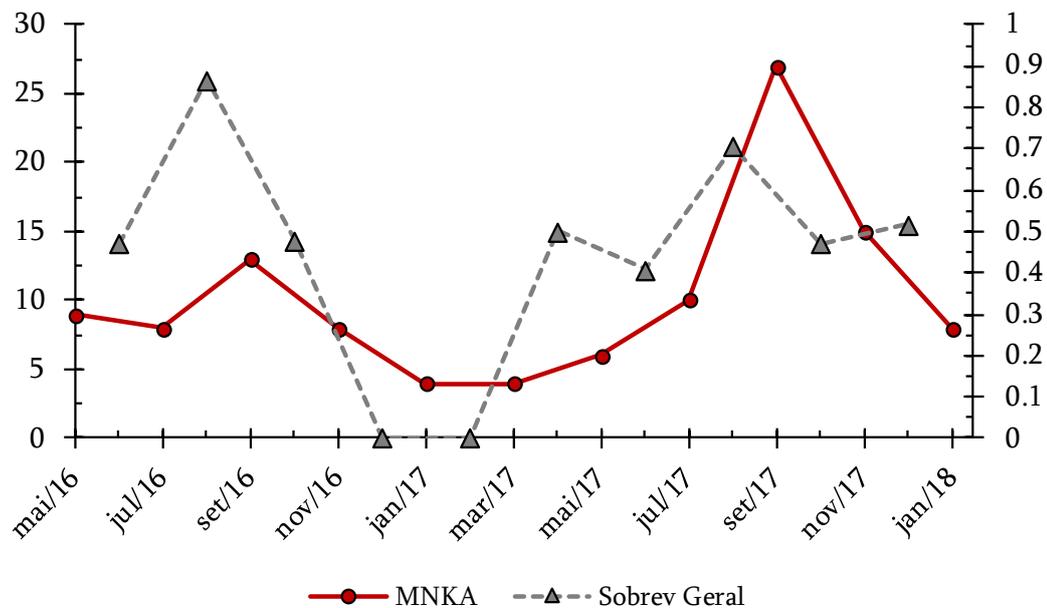


Figura 6. Variação temporal do tamanho populacional (MNKA) e taxa de sobrevivência (Sobrev. Geral) de *C. goytaca* de Maio de 2016 a Janeiro de 2018 no Parque Nacional da Restinga de Jurubatiba.

As estimativas de densidade puderam ser calculadas para todos os intervalos (Tabela 2), tendo média de 3.14, e densidade máxima e mínima de 8.3 e 1.2 para a grade de amostragem.

**Tabela 2.** Estimativas de densidade populacional (indivíduos/ha) para *C. goytaca* para a área do gride e da FAAC durante os períodos de campanha de captura.

Campanha	Densidade
mai/16	2.78
jul/16	2.47
<b>set/16</b>	<b>4.01</b>
nov/16	2.47
jan/17	1.23
mar/17	1.23
mai/17	1.85
jul/17	3.09
<b>set/17</b>	<b>8.33</b>
nov/17	4.63
jan/18	2.47

A proporção de fêmeas e machos na população de *C. goytaca* não diferiu da razão sexual de 1:1 ( $X^2= 2.04$ ,  $g.l.= 1$ ,  $P= 0.10$ ), mesmo apesar do mês de julho de 2016 ter sido dominado por capturas de fêmeas (Figura 7.A). Os indivíduos adultos foram capturados com maior frequência do que os jovens na maioria das campanhas, com exceção dos meses de janeiro e julho de 2017 (Figura 7.B). As fêmeas com sinais de atividade reprodutiva (lactação ou gravidez) ocorreram em todas as campanhas, exceto em janeiro e março de 2017, tendo maior representatividade nas campanhas de maio e setembro de 2016, e março de 2017, quando todas as fêmeas capturadas apresentaram algum indício de atividade reprodutiva (lactação ou gravidez) (Figura 7.C). A reprodução foi aparentemente contínua com pico de atividade na estação seca.

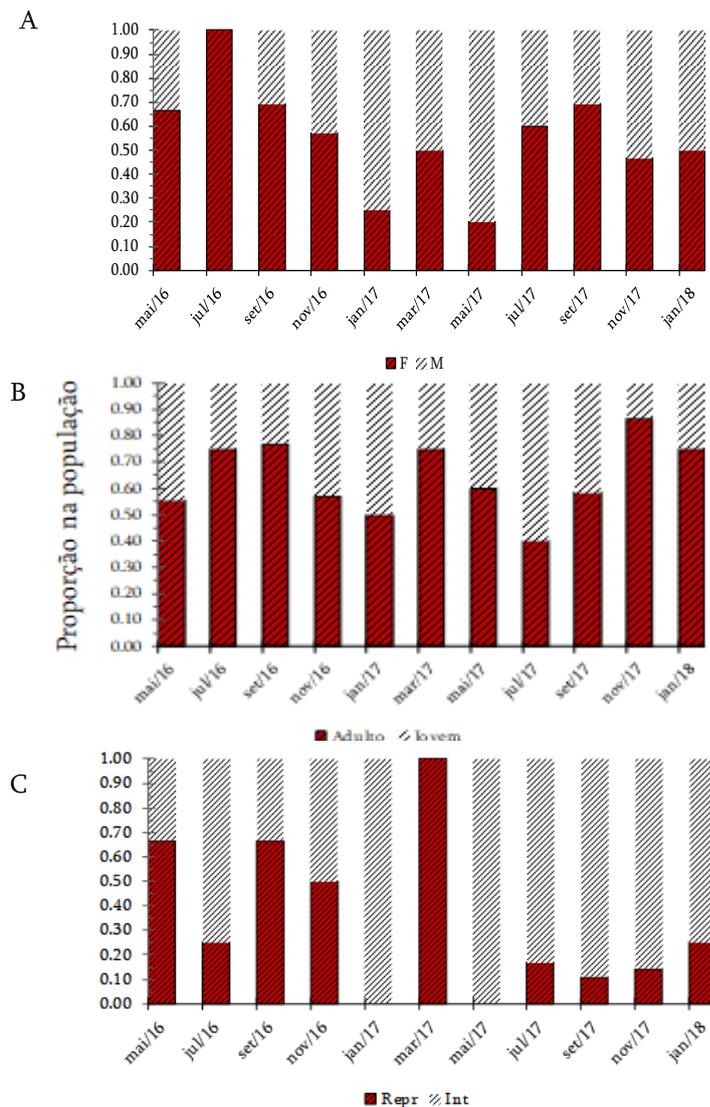


Figura 7. A) Proporção de indivíduos fêmeas e machos; B) adultos e jovens; C) fêmeas em atividade reprodutiva (Repr) ou em Intervalo (Int), ausência de atividade reprodutiva.

#### 4.2. Condição corporal

A análise de regressão do eixo maior evidenciou que a massa corporal de *C. goytaca* pode ser determinada a partir de seu comprimento corporal (Figura 8) ( $R^2 = 0.7672$ ;  $F_{1, 103} = 343.8$ ;  $P < 0.001$ ). Nesta análise, os resíduos (distância dos pontos em relação à reta de regressão) são proporcionais à condição corporal dos indivíduos (IMC). Quando positivos, indicam maior IMC, e quando negativos, indicam menor IMC do que a média esperada a partir da relação alométrica entre massa e comprimento do corpo.

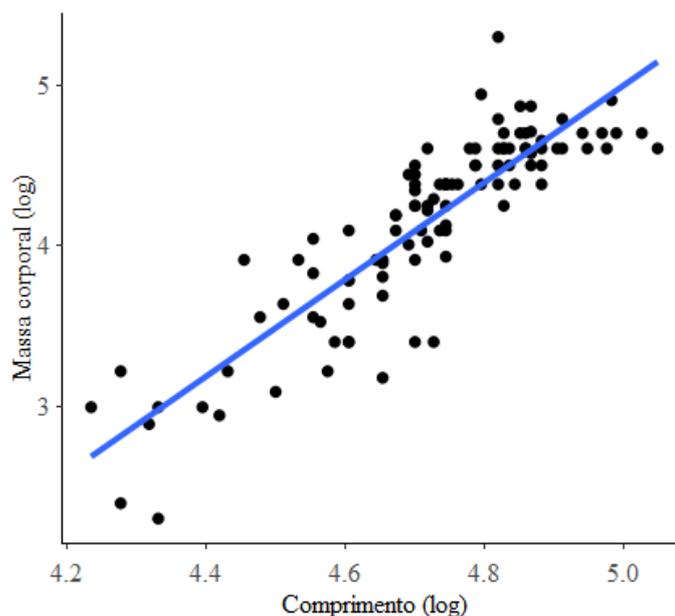


Figura 8. Regressão do eixo maior entre os logaritmos naturais da massa corporal e do comprimento dos indivíduos capturados de *C. goytaca* no Parque Nacional da Restinga de Jurubatiba.

A condição corporal média (SMI) da população variou significativamente ao longo das campanhas (ANOVA,  $F=2.8$ ,  $p=0.004$ ), indicando setembro como o mês que demonstrou maior valor de IMC e proporcionalmente menores variações nas condições individuais da população nos dois anos de estudo (Figura 9). O mês de setembro, mês de maior tamanho populacional, apresentou a média da população acima da mediana em ambos os anos, indicando assim, maior incidência de melhores condições corporais nos períodos de maiores tamanhos populacionais. Além disso, é possível notar que os maiores desvios nesses meses foram positivos. Mesmo que a variação de março de 2017 tenha abrangido maiores valores de IMC, sua média e mediana estão abaixo das apresentadas para os meses de setembro.

Através da Figura 9, é possível notar também que as variações nas condições corporais de *C. goytaca* parecem seguir o padrão apresentado pelos seus picos demográficos e de sobrevivência.

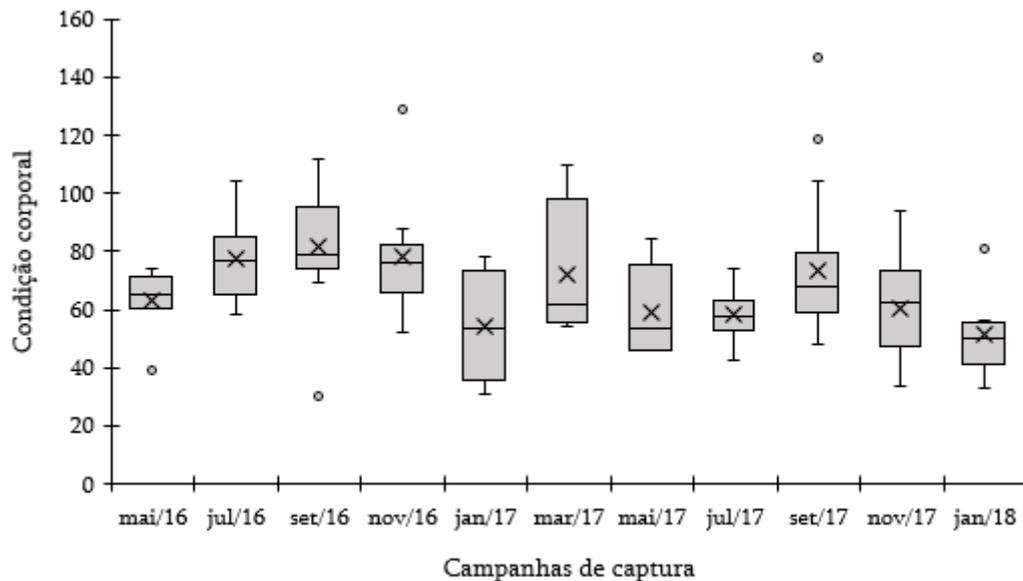


Figura 9. Variação temporal da condição corporal de *C. goytaca* no Parque Nacional da Restinga de Jurubatiba: média (X), mediana (—), intervalos quartis de 95% de confiança, e *outliers* (valores atípicos).

#### 4.3. Registros de utilização de recursos frutíferos por *Cerradomys goytaca*

Dados de armadilhas-fotográficas comprovaram o consumo de ao menos 5 espécies vegetais (*Allagoptera arenaria*, *Eugenia* spp., com 2 espécies diferentes identificadas na FAAC, *Humiria balsamifera* e *Ternstroemia brasiliensis*) por *C. goytaca* (Figura 10). Junto à informações fornecidas por Grenha et al. (2010) e observações prévias (T. Konno *comunicação pessoal*) (Tabela 3), é possível sugerir que os frutos de pelo menos 5 espécies vegetais (*Allagoptera arenaria*, *Eugenia* spp., *Humiria balsamifera*, *Ternstroemia brasiliensis* e *Vitex polygama*) são consumidos pelo roedor no Parque Nacional da Restinga de Jurubatiba, o que corresponde a 5 diferentes famílias de plantas (Arecaceae, Myrtaceae, Humiriaceae, Pentaphylacaceae e Verbenaceae). Silva (2013) aponta que outra espécie do gênero *Cerradomys* (*C. langguthi*) já se alimentou ou interagiu com outras 12 espécies vegetais e 9 famílias (Tabela 3).

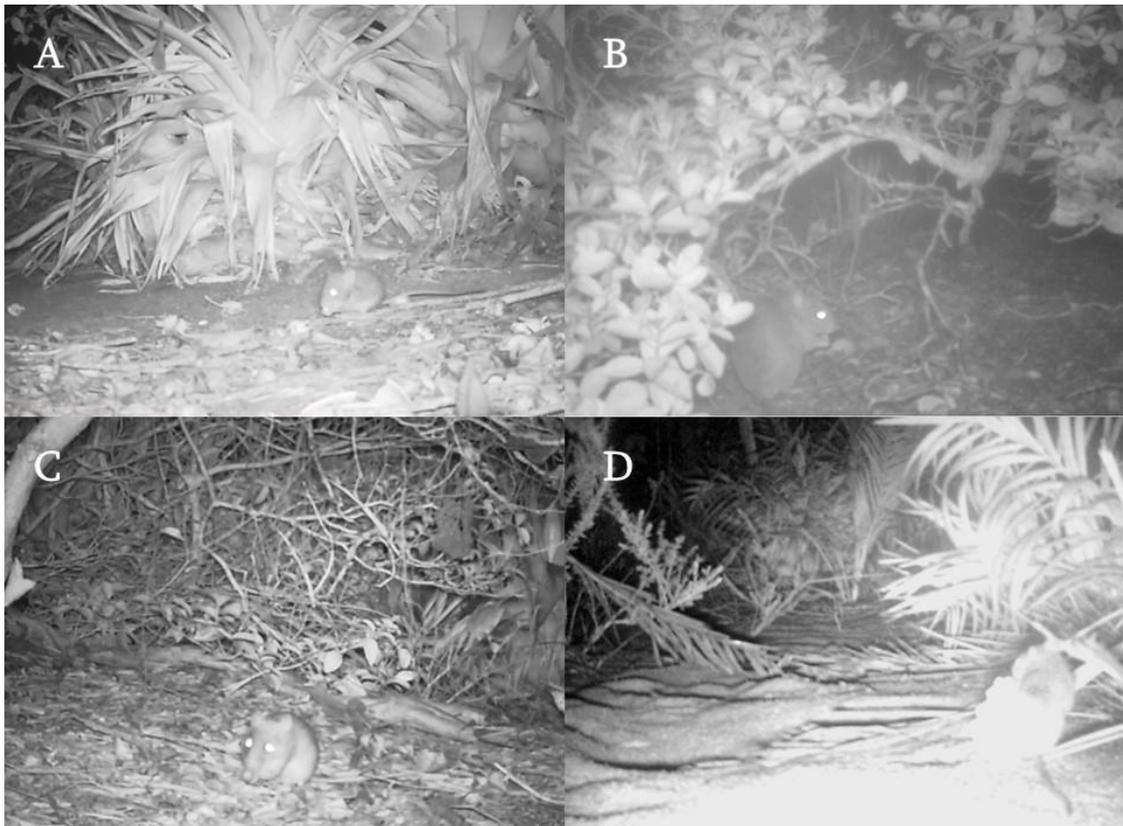


Figura 10. Registros de *C. goytaca* se alimentando de frutos disponíveis na FAAC; A) *Ternstroemia brasiliensis*; B) *Humiria balsamifera*; C) *Eugenia* spp.; D) *Allagoptera arenaria*.

**Tabela 3.** Espécies vegetais registradas para consumo por *C. goytaca* e gênero, correspondendo à CâM (armadilhas fotográficas), Obs (Observações em biotério), Lit (Dados extraídos da literatura; Grenha et al., 2010; Silva, 2013).

Spp. Vegetal	Família	<i>Cerradomys</i> sp.	Fonte
<i>Allagoptera arenaria</i>	Arecaceae	<i>C. goytaca</i>	Obs / CâM / Lit
<i>Buchenavia tetraphylla</i>	Combretaceae	<i>C. langguthi</i>	Lit
<i>Byrsonima sericea</i>	Malpighiaceae	<i>C. langguthi</i>	Lit
<i>Elaeis guineenses</i>	Arecaceae	<i>C. langguthi</i>	Lit
<b><i>Eugenia</i> spp.</b>	<b>Myrtaceae</b>	<b><i>C. goytaca</i></b>	<b>CâM</b>
<i>Eugenia uniflora</i>	Myrtaceae	<i>C. langguthi</i>	Lit
<i>Ficus gomlleira</i>	Moraceae	<i>C. langguthi</i>	Lit
<i>Humiria balsamifera</i>	Humiriaceae	<i>C. goytaca</i>	Obs / CâM
<i>Luehea ochrophylla</i>	Malvaceae	<i>C. langguthi</i>	Lit
<i>Melothria pendula</i>	Cucurbitaceae	<i>C. langguthi</i>	Lit
<i>Pera glabrata</i>	Peraceae	<i>C. langguthi</i>	Lit
<i>Picramnia andrade-limae</i>	Picramniaceae	<i>C. langguthi</i>	Lit
<i>Psidium guineense</i>	Myrtaceae	<i>C. langguthi</i>	Lit
<i>Solanum paludosum</i>	Solanaceae	<i>C. langguthi</i>	Lit
<i>Tachigali densiflorum</i>	Fabaceae	<i>C. langguthi</i>	Lit
<i>Ternstroemia brasiliensis</i>	Pentaphylacaceae	<i>C. goytaca</i>	CâM
<i>Vitex polygama</i>	Verbenaceae	<i>C. goytaca</i>	Obs

#### 4.4. Frutificação na Formação Aberta Arbustiva de Clusia (FAAC)

Houve variações de milhares a menos de uma dezena de frutos dependendo da espécie monitorada no decorrer dos meses de amostragem (Figura 11). Durante 1 ano (fev/17 - jan/18) de amostragem fenológica, 37 espécies vegetais frutificaram, correspondendo a 28 famílias diferentes (Tabela 4; Apêndice B). Pode ser observada a ocorrência de frutificação durante todo o período de monitoramento. Entretanto, dois picos de frutificação foram evidentes ao longo do ano, um primeiro bem acentuado no início do ano (fevereiro), provavelmente compondo o auge de frutificação na estação chuvosa (Figura 11), e o segundo menos acentuado, porém aparentemente mais prolongado entre os meses de agosto e setembro. Este segundo pico de frutificação compreende também um maior número de espécies vegetais (Figura 11). Portanto, a frutificação na comunidade da FAAC foi constante, mas não homogênea durante todo o monitoramento, demonstrando que há variação quantitativa e qualitativa de recursos frutíferos na FAAC.

Das 37 espécies vegetais, 35 apresentaram ao menos um evento de frutificação, mesmo que em menor escala, durante o pico da estação seca. Porém, 20 dessas espécies apresentaram mais de 3 eventos durante esse período e ao menos um evento apresentando centenas de frutos na contagem (Tabela 4; Apêndice B).

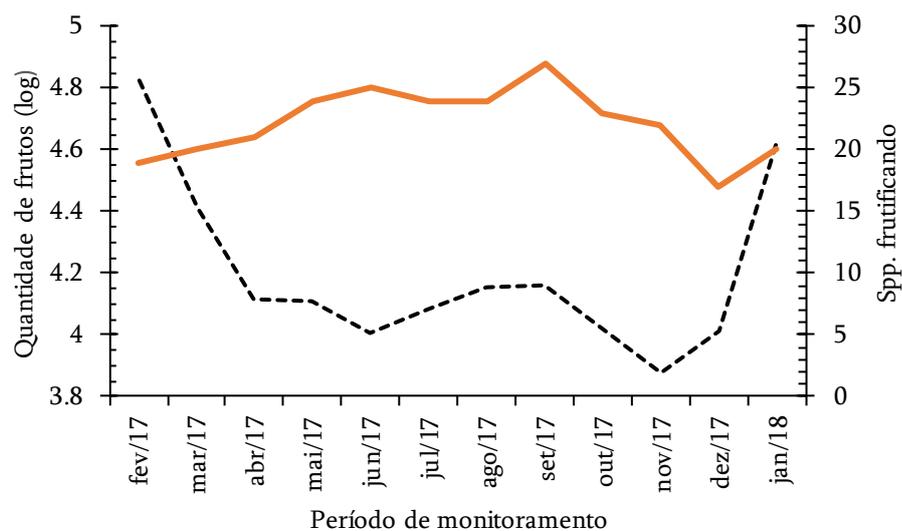


Figura 11. Número total de frutos (linha pontilhada preta) e o número de espécies frutificando (linha laranja) ao longo de um ano de monitoramento fenológico na FAAC do Parque Nacional da Restinga de Jurubatiba (PNRJ)

**Tabela 4.** Período de frutificação das espécies e famílias vegetais na FAAC do Parque Nacional da Restinga de Jurubatiba apresentados pela coloração cinza, com picos de frutificação apresentados por (●) e linhas compreendendo o período de estação seca.

Acrônimo	Espécie	Família	2017												2018		
			fev	mar	abr	mai	jun	jul	ago	set	out	nov	dez	jan			
Aare	<i>Allagoptera arenaria</i>	Arecaceae	●														
Afrax	<i>Andira fraxinifolia</i>	Fabaceae	●														
Anthurium	<i>Anthurium</i> sp.	Araceae	●														
Anudi	<i>Aechmea nudicaulis</i>	Bromeliaceae								●							
Bser	<i>Byrsonima sericea</i>	Bromeliaceae															●
Calba	<i>Chiococca alba</i>	Rubiaceae				●											
Cemar	<i>Cupania emarginata</i>	Sapindaceae						●									
Cfer	<i>Cereus fernambucensis</i>	Cactaceae				●											
Cflex	<i>Cynophalla flexuosa</i>	Capparaceae															●
Chil	<i>Clusia hilariana</i>	Clusiaceae	●														
Crace	<i>Cuscuta racemosa</i>	Convolvulaceae						●									
Crigi	<i>Coccoloba rigida</i>	Polygonaceae	●														
Edent	<i>Epidendrum denticulatum</i>	Orchidaceae						●									
Eova	<i>Erythroxylum ovalifolium</i>	Erythroxylaceae															●
Eugspp	<i>Eugenia</i> spp.	Myrtaceae							●								
Gpern	<i>Guapira pernambucensis</i>	Nyctaginaceae				●											
Hbal	<i>Humiria balsamifera</i>	Humiriaceae		●													
Hperi	<i>Heisteria perianthomega</i>	Olacaceae														●	
Kmemb	<i>Kielmeyera membranacea</i>	Calophyllaceae							●	●							
Mflori	<i>Myrciaria floribunda</i>	Myrtaceae															●
Mlund	<i>Myrcia lundiana</i>	Myrtaceae					●										
Msub	<i>Manilkara subsericea</i>	Sapotaceae	●														
Mumbel	<i>Myrsine umbellata</i>	Primulaceae				●											
Nobs	<i>Neomitranthes obscura</i>	Myrtaceae										●					



#### 4.5. Correlações entre frutificação e parâmetros populacionais de *C. goytaca*

O tamanho populacional de *Cerradomys goytaca* apresentou correlações positivas e significativas ( $P < 0,05$ ) com a frutificação de três espécies vegetais, *Neomitranthes obscura*, *Aechmea nudicaulis* e *Eugenia* spp., e correlações negativas com a frutificação de 5 espécies vegetais, *Erythroxylum ovalifolium*, *Guapira pernambucensis*, *Humiria balsamifera* e *Tocoyena bullata* (Figura 12). Já a condição corporal apresentou correlação positiva significativa com a frutificação de *Smilax* sp. (Figura 13). A frutificação do guriri (*Allagoptera arenaria*) não apresentou correlação significativa com nenhum dos parâmetros de *C. goytaca* avaliados. A proporção de fêmeas em atividade reprodutiva e as taxas de sobrevivência geral não apresentaram correlações significativas com a frutificação de nenhuma espécie (Apêndices C e D).

As relações entre a frutificação das quatro espécies indicadas acima e os parâmetros demográficos de *C. goytaca* puderam ser exploradas também por meio de regressões lineares (Figura 14). Os resultados corroboram que o tamanho populacional aumenta com a maior frutificação de *N. obscura*, *A. nudicaulis* e *Eugenia* spp. e que a condição corporal aumenta com a maior frutificação de *Smilax* sp.

*Neomitranthes obscura* apresentou-se como a espécie mais fortemente associada às variações de tamanho populacional de *C. goytaca* ( $P = 0,001$ ), sendo também uma das espécies que produziu mais frutos durante a estação seca. Tanto a frutificação em maior escala de *N. obscura*, quanto as características de ser uma espécie que apresenta períodos de frutificação intensa e frutos ainda maduros caindo regularmente no chão, conforme observado em campo, reforçam a sua posição como uma provável fornecedora de alimento para *C. goytaca* quando a sua população encontra-se em maior número. A mesma intensidade de frutificação pode ser observada para *Aechmea nudicaulis* e *Eugenia* spp., espécies que também foram

correlacionadas com o maior tamanho populacional de *C. goytaca*.

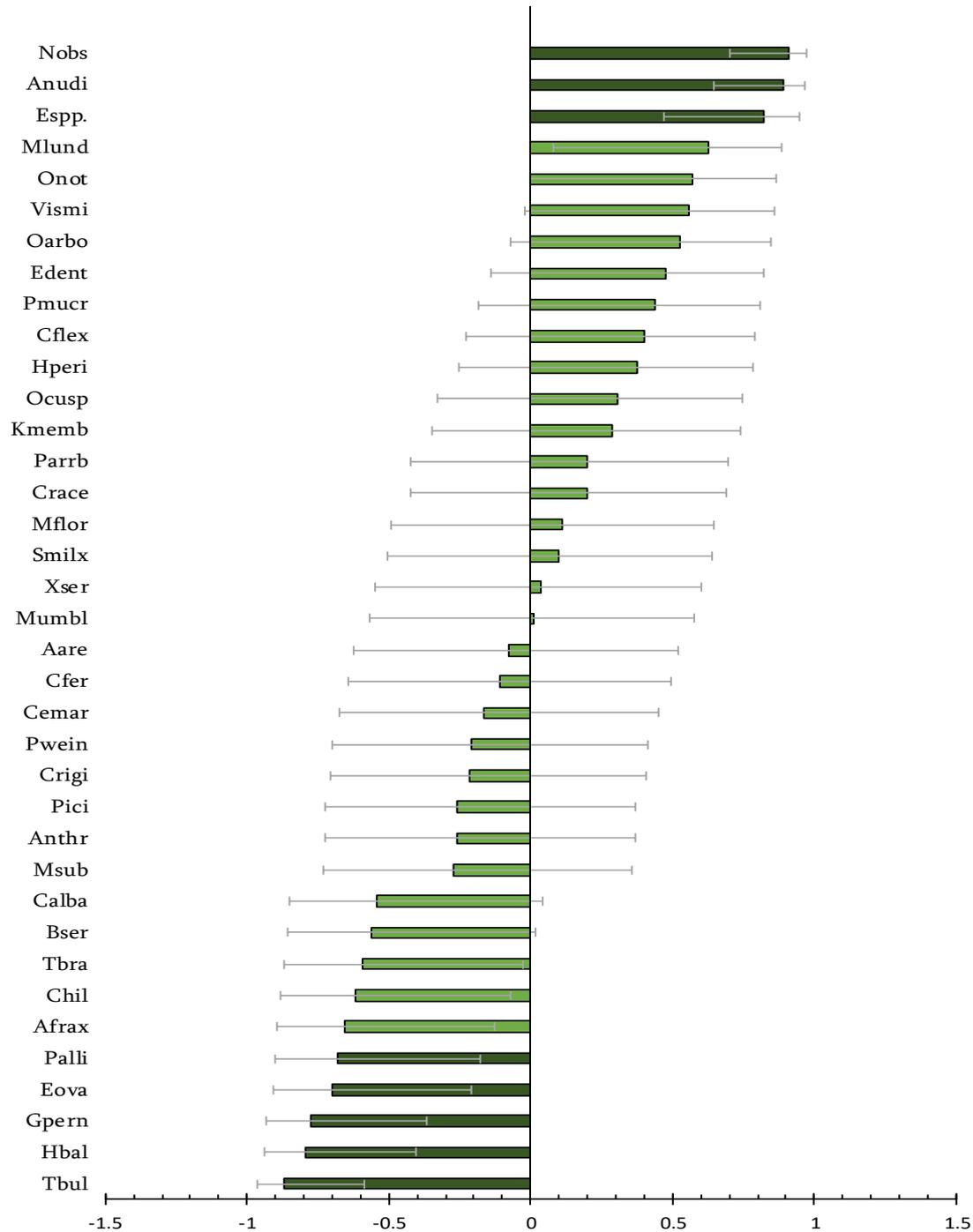


Figura 12. Correlação entre o tamanho populacional (MNKA) e a frutificação de espécies vegetais da FAAC. Eixo x corresponde ao coeficiente de correlação de *Spearman* (p), e seus respectivos intervalos de confiança de 95%. Barras mais escuras indicam correlação significativa ( $p < 0.05$ ) (*Neomitranthes obscura*, *Aechmea nudicaulis* e *Eugenia* spp.) e correlação negativa ( $p > 0.05$ ) (*Erythroxylum ovalifolium*, *Guapira pernambucensis*, *Humiria balsamifera* e *Tocoyena bullata*).

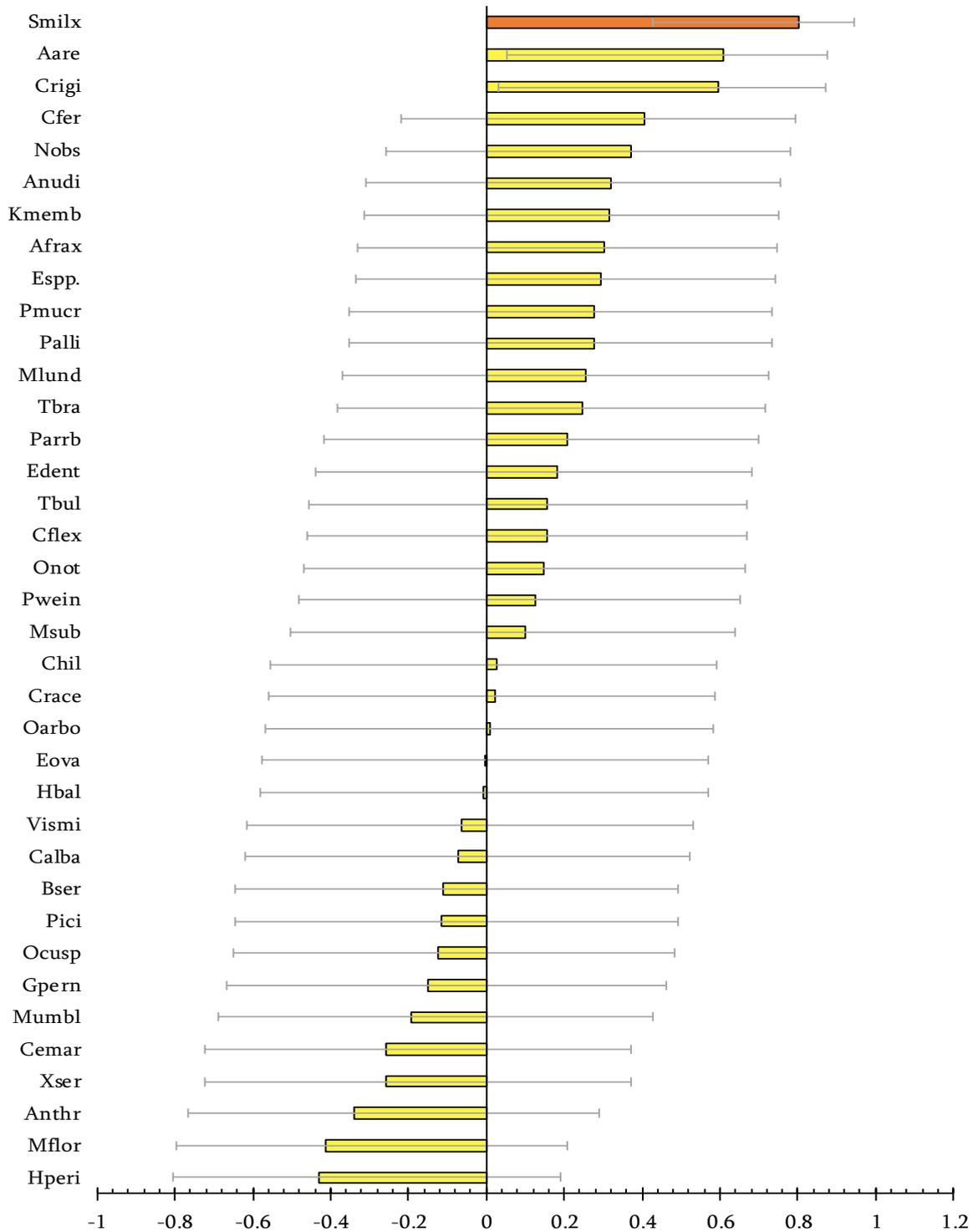


Figura 13. Correlação entre a condição corporal e a frutificação de espécies vegetais da FAAC. Eixo X corresponde ao coeficiente de correlação de Spearman ( $\rho$ ), com seus respectivos intervalos de 95% de confiança. Barras mais escuras indicam correlações significativas ( $p < 0.05$ ) (*Smilax* sp.).

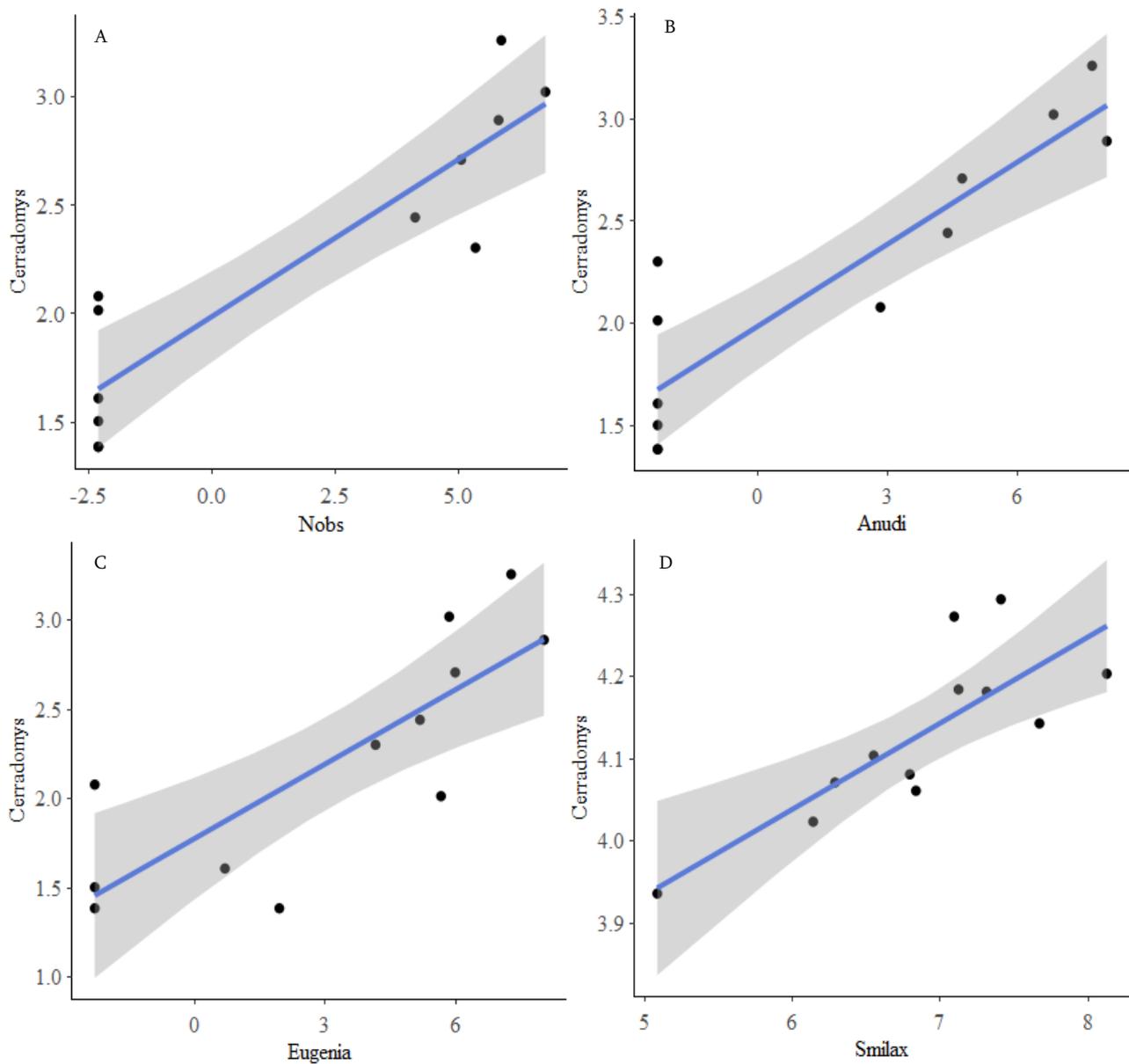


Figura 14. Regressões lineares entre o tamanho populacional de *Cerradomys goytaca* e as espécies correlacionadas, A) *Neomitranthes obscura* ( $R^2 = 0.7952$ ;  $F_{1,10} = 43.7$ ;  $P < 0.001$ ); B) *Aechmea nudicaulis* ( $R^2 = 0.7896$ ;  $F_{1,10} = 42.29$ ;  $P < 0.001$ ); C) *Eugenia* spp. ( $R^2 = 0.6279$ ;  $F_{1,10} = 19.56$ ;  $P = 0.001$ ); entre a condição corporal de *Cerradomys goytaca* e a espécie correlacionada B) *Smilax* sp. ( $R^2 = 0.6112$ ;  $F_{1,10} = 18.3$ ;  $P = 0.001$ ), com intervalos de 95% de confiança.

## 5. Discussão

### 5.1. Dinâmica populacional de *Cerradomys goytaca*

O presente estudo identificou maior crescimento demográfico e ocorrência de um pico populacional durante a estação seca, padrão já descrito para *Cerradomys goytaca* em um dos poucos estudos sobre a dinâmica populacional da espécie (Lemos & Gonçalves, 2015). Agregando os resultados do presente estudo com o realizado por Lemos & Gonçalves (2015), os picos populacionais de *C. goytaca* podem ser considerados fiéis a estação seca por terem sido identificados em 5 anos de estudos da espécie, sendo três desses analisados consecutivamente por Lemos & Gonçalves (2015).

Por mais que a estação chuvosa possa influenciar diretamente a dinâmica populacional de sigmodontíneos, através da precipitação (Cerqueira, 2005), em restingas a regulação populacional desse grupo parece estar relacionada a outros fatores. Espécies de áreas abertas e mais áridas, como *C. goytaca*, possivelmente respondem de maneira mais direta à disponibilidade pontual de recursos (Kenagy & Bartholomew, 1985; Sobral & Oliveira, 2014). Estudos anteriores indicaram que de uma forma geral, altas densidades populacionais em áreas abertas normalmente acontecem durante a estação seca (O'Connell, 1982; Vivas, 1986), e uma das explicações para esse fenômeno seria a maior disponibilidade de sementes disponíveis no chão durante esta estação (Dietz, 1983).

As taxas de sobrevivências apresentadas neste trabalho foram em geral mais baixas do que as apresentadas por Lemos & Gonçalves (2015), chegando à zero entre novembro de 2016 e janeiro de 2017. As taxas de sobrevivência precederam o crescimento e o declínio populacional representado pelo MNKA nas campanhas de amostragem populacional, com exceção dos intervalos entre maio e julho de 2017 e novembro (2017) e janeiro (2018). Pode ser indicado que as quedas na sobrevivência de *C. goytaca* mais bruscas (entre novembro de 2016 e janeiro de 2017) estão possivelmente ligadas a ação mais intensa de fatores reguladores da população neste período, como a disponibilidade de recursos frutíferos.

A proporção de fêmeas na população pareceu influenciar positivamente o aumento da população e a sobrevivência da mesma. Isto já podia ser esperado devido à maior

proporção de fêmeas em todas as campanhas, exceto janeiro e maio de 2017, e devido a capacidade de reprodução das fêmeas e seu papel no recrutamento. De acordo com Fonseca & Kierulff (1989), a influência da atividade reprodutiva em uma população pode ser notada no aumento da capturabilidade. De forma mais singela a mesma conexão em relação ao crescimento populacional pode ser notada para a presença de adultos na população em relação a proporção de juvenis. Porém, acredita-se que possa haver um desvio nesses números causados pela diferença na eficiência de captura de jovens e de adultos nas armadilhas utilizadas. De acordo com Bovendorp, McCleery e Galetti (2017), armadilhas de queda (*pitfalls*), quando utilizadas para pequenos mamíferos, amostram uma riqueza maior de espécies devido a diferenças no hábito e a maior variedade de tamanho dos indivíduos que acabam sendo capturados por esta técnica. Sendo assim, a adoção somente do método de armadilhas de captura viva pode diretamente afetar a amostragem populacional, enviesando o registro de uma proporção maior de adultos devido à sua maior capturabilidade em relação aos jovens. Durante ou em períodos próximos as nossas campanhas de capturas, indivíduos jovens de *C. goytaca* foram capturados em *pitfalls* em coletas de herpetofauna que sobrepujam área de estudo com o nosso trabalho, quando poucos ou até mesmo nenhum jovem havia sido capturado pelas armadilhas de captura, reforçando um possível viés das armadilhas de captura-viva em prol do registro de adultos.

Quanto ao período reprodutivo, não foi apresentado claramente nenhum padrão nem em relação a sobrevivência e nem em relação ao tamanho populacional. Porém, para as fêmeas, puderam ser detectados picos de atividade reprodutiva durante a estação seca, caracterizando então uma atividade reprodutiva contínua da espécie com pico na estação seca, diferente de Lemos & Gonçalves (2015), que não identificaram nenhuma sazonalidade nas atividades reprodutivas da espécie.

Outros estudos constataram que, mesmo espécies de roedores que se reproduzem ao longo de todo o ano podem ter aumento na atividade reprodutiva durante as estações secas (Alho, 1982; O'connel, 1982; August, 1984; Ojasti, 1990). Porém, se maiores tamanhos populacionais e maiores taxas de atividade reprodutiva estão interligadas com a estação seca, e possivelmente com recursos alimentares disponíveis nesse período, essa contribuição não

estaria então também refletida nas condições corporais dos indivíduos durante seus períodos de maior tamanho populacional e agindo em sintonia as maiores taxas de sobrevivência?

Características corporais são extremamente importantes para um organismo por estarem ligadas a traços fisiológicos, história de vida, fatores comportamentais, ecológicos, e taxas de metabolismo, fecundidade e desenvolvimento (Calder, 1984; Peters, 1983; Schimdt-Nielsen, 1984). A variação apresentada na condição corporal de *C. goytaca* demonstra uma flutuação similar à flutuação de tamanho populacional e a variação das taxas de sobrevivência, ou seja, nos períodos onde a população tem seu maior tamanho ou maior taxa de sobrevivência os indivíduos apresentam melhores condições corporais. Esta relação reforça a suposição de que recursos alimentares disponibilizados nesta estação devem contribuir significativamente para o incremento populacional.

## 5.2. Interações entre *Cerradomys goytaca* e espécies vegetais na FAAC

No presente estudo, foram detectadas relações significativas entre o crescimento populacional de *C. goytaca* e a frutificação de ao menos 4 espécies vegetais (*Neomitranthes obscura*, *Aechmea nudicaulis* e *Eugenia* spp.). Além disso, foi registrado o consumo por *C. goytaca* de ao menos 5 espécies (*Ternstroemia brasiliensis*, *Humiria balsamifera*, *Eugenia* spp. e *Allagoptera arenaria*) através de armadilhas fotográficas, sendo o consumo de *T. brasiliensis* e *Eugenia* spp. registros inéditos, e o consumo de 2 dessas espécies (*Humiria balsamifera* e *Allagoptera arenaria*) registrados pela primeira vez em ambiente natural. A inferência sobre o consumo de *H. balsamifera* e *A. arenaria* havia sido baseada até o momento em ofertas realizadas em biotérios (T. Konno *comunicação pessoal*) ou a partir da observação de marcas de consumo por roedores nos frutos e captura exclusiva de *C. goytaca* no sítio onde a dispersão de *A. arenaria* foi estudada (Grenha et al, 2010). Deste modo, o presente estudo ampliou para 6 o número de espécies vegetais que constituem recursos alimentares para *C. goytaca* (Tabela 3).

Na região Neotropical grande parte do grupo identificado como “pequenos mamíferos” é composto por marsupiais didelfídeos e roedores com menos de 1,5kg de massa corporal e que apresentam uma ampla variação de dietas, incluindo desde frugívoros-

granívoros (herbívoros), frugívoros-onívoros ou insetívoros-onívoros (Cáceres & Lessa, 2012; Paglia et al., 2012), com consumo de frutos de diferentes formas, cores e síndromes de dispersão (Raíces & Bergallo, 2008). Devido à escassez de conhecimento e à limitação de métodos para identificar apropriadamente sua dieta, grande parte dos roedores neotropicais são classificados como onívoros ou frugívoros-onívoros, quando há informação sobre a proporção de ingestão de frutos e sementes (Lessa & Geise, 2010; Vieira, Pizo & Izar, 2003). Apesar de todas as espécies do gênero *Cerradomys* terem sido classificadas por Paglia et al. (2012) como frugívoras-granívoras, poucos trabalhos disponibilizam dados precisos ou ao menos indicam a gama de seus itens alimentares (Percequillo, Hingst-Zaher, & Bonvicino, 2008; Silva, 2013; Vieira & Briani, 2013). Na recente base de dados publicada sobre frugivoria na Mata Atlântica, não há interações descritas para *C. goytaca*, assim como para a maioria dos roedores de pequeno porte (Bello et al., 2017). Entretanto, entre as 12 espécies vegetais com possível interação com outra espécie do gênero *Cerradomys*, *C. langguthi* (Silva, 2013), duas espécies e um gênero (*Byrsonima sericea*, *Eugenia* e *Pera glabrata*) possuem distribuição no PNRJ, abrangendo a área da FAAC, sendo, portanto, possíveis candidatas a itens alimentares de *C. goytaca*.

O gênero *Eugenia*, além de ter seu consumo por *C. goytaca* registrado por armadilha-fotográfica, foi indicado também como importante item alimentar através das correlações entre tamanho populacional e frutificação do grupo de espécies designado *Eugenia* spp. Já *Byrsonima sericea* é considerada uma das espécies vegetais mais abundantes na restinga (Araujo et al., 2001; Flint et al., 2006), assim como *A. arenaria*, a espécie envolvida na primeira descrição de interação animal-planta para *C. goytaca* (Grenha et al., 2010). Além disso, *B. sericea* tem papel em diferentes interações ecológicas (Flint et al., 2006; Faegri & Pijl, 1979; Vogel, 1974). *Pera glabrata*, além de ser amplamente distribuída na Mata Atlântica, já foi descrita em outras interações frugívoras (Galetti, 2003; Francisco, Lunardi, & Galetti, 2007), até mesmo para outra espécie de roedor (*Chaetomys subspinosus*) em ambiente de restinga (Lima, Oliveira, & Chiarello, 2010).

Independentemente de haver indicações de espécies do gênero *Cerradomys*, como *C. vivoi*, consumindo artrópodes, além de conteúdos vegetais (Percequillo, Hingst-Zaher, &

Bonvicino, 2008), em outro estudo esta mesma espécie foi indicada como maior consumidora de recursos vegetais em comparação a duas outras espécies de roedores, *Calomys tener* e *Calomys expulsus* (Vieira, 2013). Esses achados para *C. goytaca*, assim como as informações sobre os frutos de espécies vegetais da FAAC, ajudam a complementar a gama de informações relacionadas a dieta da espécie e do gênero, e continuam reforçando que *C. goytaca* pode estar envolvido em diversas interações ecológicas com essas espécies vegetais.

O consumo de frutos e sementes por roedores, mesmo que em diferentes proporções, pode muitas vezes indicar um potencial papel de dispersor para esse grupo. Em florestas tropicais, 50 a 75% ou mais dos frutos apresentam polpas carnosas adaptadas para o consumo por aves e mamíferos (Howe & Smallwood, 1982), e o consumo desses frutos geralmente leva à dispersão ou à predação de sementes. A abundância e a riqueza de pequenos mamíferos já foram inclusive associadas a maior abundância de sementes na mesma localidade (Fonseca et al., 2009; Iob, 2007). Na literatura, diversos experimentos avaliando a contribuição de pequenos mamíferos na remoção de sementes vem sendo descritos, e em alguns deles esse grupo pode ser responsável pela remoção de até 90% das sementes (Brum et al., 2010; Iob & Vieira, 2008). No Parque Nacional da Restinga de Jurubatiba, *C. goytaca* foi proposto como dispersor das sementes da palmeira Guriri (*A. arenaria*), ainda que este roedor tenha a capacidade de predação de parte das sementes (Grenha et al., 2010). A predação pós-dispersão de sementes por roedores é vista como um importante gargalo populacional para espécies de plantas, contribuindo para o controle de suas populações (Hulme, 1998; Fleury et al., 2014). Esse é apenas um dos exemplos que reforça a existência e importância dessas interações ecológicas e o consumo de itens vegetais como frutos e sementes por roedores neotropicais.

Tanto para roedores de pequeno porte quanto para pequenos mamíferos como um todo, não há uma seleção clara de tipo de fruto para consumo e, em geral, pequenos roedores preferem frutos de coloração pouco conspicua, polpa fibrosa, sementes bem protegidas e tendenciam o consumo para frutos pequenos (Gautier-Hion et al., 1985). Os frutos consumidos podem possuir características morfológicas relacionadas a síndromes de dispersão causadas por outros grupos de animais, e indicar que a utilização do recurso fruto

por roedores acontece de forma generalista e oportunista (Cáceres & Lessa, 2012). Porém, existe a possibilidade de um ou mais recursos-chave poder diretamente influenciar a capacidade de suporte de um ambiente para a comunidade dos seus consumidores (Terborgh, 1986; Peres, 2000; Watson & Herring, 2012). Sendo assim, variações na sazonalidade na oferta desses recursos vegetais podem promover respostas diferentes dos frugívoros e padrões fenológicos de espécies vegetais locais podem ser capazes de determinar a dinâmica das interações frugívoros-plantas, e o efeito das mesmas em sua população (Santori et al., 2012; Silva, 2013).

### *5.3. Relações entre a frutificação de espécies vegetais e os parâmetros demográficos de *Cerradomys goytaca* na FAAC*

No presente trabalho, associações importantes foram sugeridas pelas correlações entre os dados de frutificação da FAAC e os parâmetros populacionais de *C. goytaca*. *Neomitranthes obscura* apresentou-se como a espécie mais fortemente associada às variações de tamanho populacional de *C. goytaca*, sendo também uma das espécies que produziu mais frutos durante a estação seca. Tanto a frutificação em maior escala de *N. obscura*, quanto as características de ser uma espécie que apresenta períodos de frutificação intensa e frutos ainda maduros caindo regularmente no chão, conforme observado em campo, reforçam a sua posição como uma provável fornecedora de alimento para *C. goytaca* quando a sua população encontra-se em maior número. A mesma intensidade de frutificação pode ser observada para *Aechmea nudicaulis* e *Eugenia* spp., espécies que também foram correlacionadas com o maior tamanho populacional de *C. goytaca*, e tiveram o mesmo padrão identificado neste estudo.

As mirtáceas, família à qual pertencem *Eugenia* spp. e *N. obscura*, compreendem uma das famílias mais estudadas com respeito a interações animal-plantas (Bello et al., 2017). Além de serem consideradas as plantas mais importantes em diversas formações vegetais brasileiras, também apresentam frutos de polpa carnosa em todas as espécies com ocorrência no Brasil (Gressler, Pizo & Morellato, 2006). Por mais que aves e macacos sejam descritos com os principais dispersores de sementes das mirtáceas brasileiras, outros mamíferos

também podem contribuir para esse processo (Gressler, Pizo & Morellato, 2006). De acordo com Bello et al. (2017), *N. obscura* é consumida por várias espécies de mamíferos, dentre elas, o mico-leão *Leontopithecus chrysomelas*, o miqui *Brachyteles arachnoides*, o cachorro-do-mato *Cerdocyon thous*, e o mão-pelada *Procyon cancrivorus*. Tais informações sugerem que o tamanho e palatabilidade dos frutos de *N. obscura* agradam a espécies de mamífero, tornando-os consumíveis por *C. goytaca*. Além disso, características como frutificação intensa e frutos maduros disponíveis frequentemente no chão apresentadas por *N. obscura*, indicam o fácil acesso e consumo dos seus frutos, inclusive por mamíferos de pequeno tamanho corporal e hábitos terrestres.

Neste mesmo contexto, a bromeliácea *Aechmea nudicaulis* corresponde a uma das espécies mais abundantes dentro das moitas, sendo reconhecida também como uma das facilitadoras para a agregação de outras espécies vegetais nesses microhabitats (Scarano, 2002; Zaluar & Scarano, 2000). *Aechmea nudicaulis* e outras bromeliáceas também têm sido reportadas como importantes substratos para a construção de ninhos de *C. goytaca* (Martins-Hatano et al., 2011). Considerando a proximidade e a frutificação sincrônica da espécie, *C. goytaca* poderia facilmente se alimentar de frutos de *A. nudicaulis* sem se expor a maiores riscos de predação por indivíduos que não conseguem acessar o interior das moitas com facilidade, como por exemplo, a coruja *Tyto furcata*, já revelada como frequente predadora da espécie (Lemos, Silva, Patiu, & Gonçalves, 2015), e o cachorro-do-mato, *Cerdocyon thous* (Raíces & Bergallo, 2010). Além disso, várias interações entre espécies de mamíferos (mico-leão *Leontopithecus* spp., macaco-prego *Sapajus xanthosternos*, cuíca *Marmosa paraguayana*, e gambá *Didelphis aurita*) e espécies do gênero *Aechmea* já foram descritas na literatura (Bello et al., 2017; Raíces & Bergallo, 2008). Em um estudo ecológico de dietas de marsupiais no próprio PNRJ (Raíces & Bergallo, 2008), *A. nudicaulis* foi identificada na dieta do marsupial *M. paraguayana*, que contribuiria para o aumento da taxa de germinação da bromélia.

Já *Smilax* sp. apresentou-se positivamente correlacionada a melhores condições corporais em *C. goytaca*. De acordo com Bello et al. (2017), espécies do gênero *Smilax* fornecem frutos a pelo menos duas espécies de mamíferos, o cachorro-do-mato (*Cerdocyon*

*thous*) e o mão-pelada (*Procyon cancrivorus*). *Smilax* sp. também frutificou em grande quantidade na FAAC, porém não apresentou frutos maduros caindo frequentemente no chão, e nem oferta frutos naturalmente à uma altura mais aproximada do chão. Contudo, tendo em vista a capacidade arborícola de *C. goytaca* (Tavares et al. 2011), os frutos poderiam ser consumidos na própria planta. De acordo com Gomes et al. (2010), *Smilax* sp. corresponde à uma das espécies vegetais com frutos mais abundantes, quando relacionadas a outras também presentes na restinga, e apresenta altos índices de açúcar, lipídio e energia, o que pode contribuir diretamente para a melhora das condições corporais de *C. goytaca*.

O aumento de recursos alimentares ocasionado por espécies que frutificam com intensidade em determinados períodos, proporciona o aumento, ou pelo menos, a manutenção populacional durante períodos de maior abundância, devido a oferta concentrada e em grande quantidade. De acordo com Boutin (1990), a adição de recursos alimentares geralmente leva, em média, a um aumento de duas vezes no tamanho das populações, causado por aumentos na sobrevivência, reprodução, e imigração dos indivíduos. Entretanto, Prevedello et al. (2013) identificaram a imigração como o parâmetro mais afetado através da adição de alimento em determinadas áreas. Boutin (1990) também sugere que as populações de pequenos mamíferos são mais propensas a responder à adição de alimento quando as condições ambientais são mais severas, como poderia ser o caso nas áreas mais áridas da restinga. Enquanto Prevedello et al. (2017) apontam que espécies especialistas de pequenos mamíferos podem responder mais intensamente ao aumento desse recurso. A partir dos resultados do presente estudo, poderíamos adicionar também o aumento da condição corporal dos indivíduos entre os parâmetros influenciados pela adição de recursos alimentares.

Cerqueira (2005) sugeriu que a reprodução de roedores sigmodontíneos do Nordeste do Brasil é determinada pela possibilidade de fêmeas acumularem reservas e melhor condição corporal, o que está inteiramente ligado à disponibilidade de recursos alimentares no ambiente. Inclusive, mudanças rápidas em taxas de recrutamento podem ser interpretadas como respostas a variações temporais na disponibilidade desses recursos (Feliciano et al., 2002). Baker (1938) também afirma que fêmeas com alimentação *ad libitum*

chegam a se reproduzir precocemente, atestando a influência que os recursos alimentares podem exercer sob esse parâmetro.

A aquisição e o processamento de energia adquirida do alimento são essenciais para a sobrevivência e o sucesso reprodutivo dos organismos (Karasov, 1986). Fleming (1975) afirma que pequenos mamíferos possuem altas taxas de sobrevivência. Já a reprodução de mamíferos, de um modo geral, é um processo de alta demanda energética (Gittleman & Thompson, 1988; Thompson, 1992; Poppitt et al., 1993). Mamíferos armazenam energia de duas formas: através do alimento que consomem e através da gordura corporal (Antinuchi & Busch, 2001). Fonseca & Kierulff (1989) apontaram que os custos energéticos da gravidez e da lactação devem estar interligados à necessidade de recursos adequados no momento da reprodução. Embora, no presente estudo, nenhuma correlação significativa tenha sido observada entre a disponibilidade de frutos das espécies vegetais e o aumento da atividade reprodutiva, é razoável assumir que uma melhor condição corporal dos indivíduos pode contribuir para um maior sucesso reprodutivo e um posterior incremento populacional. Martins-Hatano et al. (2001) apontaram, em condições de laboratório, que o crescimento de *C. goytaca* pode determinar o início da reprodução. Observando que os maiores picos populacionais de *C. goytaca* encontram-se em períodos de atividade reprodutiva mais constante das fêmeas, pode-se inferir que a atividade reprodutiva teria um efeito relativamente rápido na demografia da espécie.

*Allagoptera arenaria*, também representa uma grande fonte de energia e oferta de polpa carnosa (Staggemeier, et al., 2017; Zona & Henderson, 1989). Staggemeier et al. (2017) afirmam que os frutos de polpa carnosa são importantes para espécies frugívoras. Considerando isso e a abundância de *A. arenaria* na restinga, principalmente na FAAC, é inegável que a espécie tenha a importância para a manutenção e sustentação de *C. goytaca*. Lembrando também da importante interação ecológica que apresenta com *C. goytaca* (Grenha et al., 2010). Do mesmo modo, *Guapira pernambucensis*, *Humiria balsamifera* e *Tocoyena bullata* foram identificadas como espécies negativamente correlacionadas com os parâmetros populacionais de *C. goytaca*, embora haja evidência direta de consumo de *H. balsamifera* por *C. goytaca*. Esse fato pode estar também relacionado aos três padrões

identificados para essas três espécies: ausência de frutificação na estação seca, frutificação constante ao longo do ano e picos de frutificação na estação chuvosa.

Ao avaliar a relação de *C. goytaca* com espécies vegetais que frutificam na estação chuvosa, é importante considerar que outras espécies animais poderiam consumir os frutos desta estação mais intensamente do que o roedor. No caso da *Allagoptera arenaria*, por exemplo, besouros bruquíneos (*Pachymerus nucleorum*) e cachorros-do-mato (*Cerdocyon thous*) são importantes consumidores de seus frutos (Grenha et al., 2008; Raíces & Bergallo, 2010), podendo então diminuir a disponibilidade deste fruto para consumo por *C. goytaca*. Entretanto, considerando a capacidade onívora de *C. goytaca*, a espécie poderia se alimentar de matéria animal como as larvas desses besouros, que também são altamente energéticas e consumidas por outros roedores, como sugerido por Silvius (2002). Além disso, frutos e sementes podem ser estocadas, como visto mesmo em curtas distâncias por Grenha et al. (2010), e consumidos mais tarde. Portanto, mesmo com a possibilidade de que esta ou outras espécies vegetais com picos de frutificação no início do ano não sejam tão importantes para a dinâmica populacional de *C. goytaca*, pode-se afirmar que elas tem capacidade de auxiliar na manutenção da população, inclusive em períodos de menor tamanho populacional.

Os hábitos alimentares de roedores não são fáceis de serem observados, principalmente devido ao seu tamanho e hábitos noturnos destes animais. Diante disso, diferentes estudos vêm testando correlações entre a disponibilidade de alimento a abundância populacional ou riqueza de comunidades para buscar assim associação entre essa oferta ambiental e a resposta de animais frugívoros, e assim inferir parte da sua dieta (Jensen, 1982, Peres, 2000, Falls et al. 2007, Boonstra & Krebs, 2011). Tais desdobramentos podem ser melhor analisados através de outros experimentos, que além de desvendarem mais informações sobre a dieta da espécie, também possam de maneira manipulativa possibilitar testes robustos de possíveis relações de causa e efeito (Hanski et al., 2001; Hunter, 2001; Korpimäki et al., 2004). Experimentos de cafeteria utilizando as espécies vegetais indicadas aqui como relacionadas à dinâmica populacional de *C. goytaca* constituem o próximo passo na validação das inferências feitas no presente estudo. Além de indicarem consumo, estes experimentos também ajudariam a desvendar importantes interações ecológicas que são

necessárias não somente para a ecologia das espécies envolvidas, mas para a manutenção e o melhor entendimento de todo o ecossistema que as abrigam.

## 6. Considerações finais

Informações importantes sobre a ecologia de *Cerradomys goytaca* puderam ser identificadas através deste estudo. As associações entre a frutificação de espécies da FAAC e os parâmetros populacionais de *C. goytaca* nos ajudaram a entender melhor uma espécie endêmica, pouco estudada, entretanto já listada como ameaçada de extinção. E favoreceram a hipótese de que a fenologia de espécies vegetais da FAAC influencia a dinâmica populacional de *C. goytaca*.

O presente estudo demonstrou que o roedor *C. goytaca* apresenta maior tamanho populacional, taxa de sobrevivência e condição corporal na estação seca, corroborando parcialmente estudos prévios de dinâmica populacional da espécie.

O incremento do tamanho populacional é influenciado pela frutificação mais intensa de ao menos quatro espécies vegetais (*Aechmea nudicaulis*, *Eugenia* spp., *Neomitranthes obscura*) na FAAC durante a estação seca. *Eugenia* sp. apresentou evidência direta de interação com o roedor, enquanto as demais apresentam evidências circunstanciais de consumo por mamíferos. Não há evidência de que a frutificação intensa de espécies vegetais na estação chuvosa influencie no incremento populacional de *C. goytaca*.

Através deste estudo também pode ser identificado que nos períodos de maior tamanho populacional, os indivíduos da espécie apresentam melhores condições corporais, sendo a espécie *Smilax* sp., mais correlacionada com esse parâmetro, o que fortaleceu a hipótese de que as flutuações de *C. goytaca* estão conectadas à fenologia reprodutiva de espécies vegetais fornecedoras de recursos frutíferos para a espécie.

*C. goytaca* não apresentou sazonalidade em sua reprodução, que por sua vez, não esteve correlacionada com os padrões de frutificação monitorados. Apesar disso, um aumento da condição corporal dos indivíduos durante a estação seca pode estar atrelado a

um aumento no sucesso reprodutivo destes indivíduos e, conseqüentemente, a um maior incremento populacional.

O presente estudo também apresentou novos registros de interação de *C. goytaca* com outras espécies vegetais, além do guriri como foi anteriormente sugerido, ampliando para 6 o número de espécies vegetais que participam de interações com *C. goytaca* e reforçando o papel deste roedor como importante consumidor e potencial dispersor de espécies vegetais na FAAC do PNRJ.

Como a alimentação de roedores não é fácil de ser observada, principalmente devido ao tamanho e hábitos noturnos destes animais, e a relação direta entre *C. goytaca* e algumas espécies apontadas neste estudo ainda não foram identificadas, estudos que envolvam a adição de itens alimentares na área de estudo e a remoção de frutos e sementes através de experimentos de cafeteria, podem ajudar a elucidar as interações ecológicas que envolvem o roedor *C. goytaca*, e promover melhor entendimento e subsídio para a manutenção e a conservação do ecossistema de restinga, através da preservação de interações entre espécies.

## 7. Referências bibliográficas

- Adler, G. H. (1998). Impacts of resource abundance on populations of a tropical forest rodent. *Ecology*, 79(1), 242-254.
- Alencar, J. D. C., Almeida, R. A. D., & Fernandes, N. P. (1979). Fenologia de espécies florestais em floresta tropical úmida de terra firme na Amazônia Central. *Acta Amazonica*, 9(1), 163-199.
- Alho, C. J. (1982). Brazilian rodents: their habitats and habits. *Pymatuning Lab. Ecol. Spec. Publ*, 6, 143-166.
- Andreazzi, C. S., Pires, A., & Fernandez, F. A. (2009). Mamíferos e palmeiras neotropicais: interações em paisagens fragmentadas. *Oecologia Brasiliensis*, 13(4), 554-574.
- Andrewartha, H. G. & Birch, L. C. (1984). *The ecological web: more on the distribution and abundance of animals*. Chicago, Estados Unidos da América: Universidade de Chicago.
- Antinuchi, C. D., & Busch, C. (2001). Reproductive energetics and thermoregulatory status of nestlings in pampas mice *Akodon azarae* (Rodentia: Sigmodontinae). *Physiological and Biochemical Zoology*, 74(3), 319-324.
- Antunes, P. C.; Campos, M. A. A.; Oliveira-Santos, L. G. R., & Graipel, M. E. (2009). Population dynamics of *Euryoryzomys russatus* and *Oligoryzomys nigripes* (Rodentia, Cricetidae) in an Atlantic forest area, Santa Catarina Island, Southern Brazil. *Biotemas*, 22 (2): 143-151.
- Araujo, D. S. D., Scarano, F. R., Sá, C. F. C., Kurtz, B. C., Zaluar, H. L. T., Montezuma, R. C. M. & Oliveira, R. C. 1998. Em F. A. Esteves (Ed.), *Ecologia das Lagoas Costeiras do Parque Nacional da Restinga de Jurubatiba e do Município de Macaé (RJ)* (pp. 39-62). Rio de Janeiro, Brasil: Universidade Federal do Rio de Janeiro.
- Araujo, D. S. D., Costa, A. D., Oliveira, A. S., & Moura, R. L. (2001). Florística e padrões fitogeográficos. *Flora do Parque Nacional da Restinga de Jurubatiba e arredores, Rio de Janeiro, Brasil: listagem florística e fitogeografia. Rio de Janeiro, Museu Nacional/UFRJ*, 155-165.
- Atramentowicz, M. (1986). Dynamique de population chez trois marsupiaux didelphidés de Guyane. *Biotropica*, 136-149.
- August, P. V. (1984). Population ecology of small mammals in the llanos of Venezuela. *Spec. Publ. Mus. Texas Tech Univ*, 22, 71-104.

- Barbière, E. B. 1984. Cabo Frio e Iguaba Grande, dois microclimas distintos a um curto intervalo espacial. Em L. D. Lacerda, D. S. D. Lacerda, R. Cerqueira & B. C. Turcq (Eds.), *Restingas: origem, estrutura, processos* (pp. 3-12). Niterói, Brasil: CEUFF
- Baker, J. R. (1938). The evolution of breeding seasons. *Evolution: Essays on aspects of evolutionary biology*, 161-177.
- Bello, C.; Galetti, M.; Montan, D.; Pizo, M. A.; Mariguela, T. C.; Culot, L.; Bufalo, F.; Labacca, F.; Pedrosa, F.; Constantini, R.; Emer, C.; Silva, W. R.; Da Silva, F. R.; Ovaskainen, O.; Jordano, P. Atlantic frugivory: a plant-frugivore interaction data set for the Atlantic Forest. *Ecology*, 98(6), 1-47.
- Bergallo, H. G. (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, H. G., Luz, J. L., Raíces, D. S., Hatano, F. H., & Martins-Hatano, F. (2005). Habitat use by *Oryzomys subflavus* (Rodentia) in an open shrubland formation in Restinga de Jurubatiba National Park, RJ, *Brazilian Journal of Biology*, 65(4), 583-588.
- Bergallo, H. G., & Magnusson, W. E. (1999). Effects of climate and food availability on four rodent species in southeastern Brazil. *Journal of Mammalogy*, 80(2), 472-486.
- Bergallo, H. G., Martins-Hatano, F., Raíces, D. S., Ribeiro, T. T. L., Alves, A. G., Luz, J. L., & Mello, M. A. R. (2004). Os mamíferos da Restinga de Jurubatiba. Pesquisas de longa duração na Restinga de Jurubatiba. Ecologia, História Natural e Conservação. São Carlos, Editora Rima, 374p, 215-230.
- Berryman, A. A. (2002). *Population: a central concept for ecology? Oikos*, 97(3), 439-442.
- Bonvicino, C. R. (2003). A new species of *Oryzomys* (Rodentia, Sigmodontinae) of the subflavus group from the Cerrado of central Brazil. *Mammalian Biology-Zeitschrift für Säugetierkunde*, 68(2), 78-90.
- Bonvicino, C. R., Casado, F., & Weksler, M. (2014). A new species of *Cerradomys* (Mammalia: Rodentia: Cricetidae) from Central Brazil, with remarks on the taxonomy of the genus. *Zoologia (Curitiba)*, 31(6), 525-540.
- Boonstra, R., & Krebs, C.J. (2011). Population dynamics of red-backed voles (*Myodes*) in North America. *Oecologia*:601-620.

- Boutin, S. (1990). Food supplementation experiments with terrestrial vertebrates: patterns, problems, and the future. *Canadian Journal of Zoology*, 68(2), 203-220.
- Bovendorp, R. S., McCleery, R. A., & Galetti, M. (2017). Optimising sampling methods for small mammal communities in Neotropical rainforests. *Mammal Review*, 47(2), 148-158.
- BRASIL. Portaria nº 444, de 17 de dezembro de 2014. Lista nacional oficial de espécies da fauna ameaçadas de extinção. *Diário Oficial da União*, v. 245, p. 121-126, 2014.
- Brum, F., Duarte, L., & Hartz, S. (2010). Seed removal patterns by vertebrates in different successional stages of Araucaria forest advancing over southern Brazilian grasslands. *Community Ecology*, 11(1), 35-40.
- Buckley, Y. M., Anderson, S., Catterall, C. P., Corlett, R. T., Engel, T., Gosper, C. R., Nathan, R. A. N., Richardson, D. M., Setter, M., Spiegel, O. R. R. & Vivian-Smith, G. (2006). Management of plant invasions mediated by frugivore interactions. *Journal of Applied Ecology*, 43(5), 848-857.
- Cáceres, N. C., & Lessa, L. G. (2012). O papel de marsupiais na dispersão de sementes. *Os marsupiais do Brasil: biologia, ecologia e conservação*. Campo Grande: Ed. UFMS, 407-426.
- Calder, W. A. (1984). *Size, function, and life history*. Courier Corporation.
- Caughley, G., & Sinclair, A. R. E. (1994). *Wildlife ecology and management*. Nova Jersey: Estados Unidos da América: Blackwell Science.
- Cerqueira, R. (1988). Quem controla a diferenciação sexual. *Ciência Hoje*, 47(8), p. 15.
- Cerqueira, R. 2000b. Ecologia funcional de mamíferos numa restinga do Estado do Rio de Janeiro. *Ecologia de Restingas e Lagoas Costeiras* (FA Esteves & LD Lacerda, eds). NUPEM/UFRJ, Macaé, 189-214.
- Cerqueira, R. (2005). Fatores ambientais e a reprodução de marsupiais e roedores no leste do Brasil. *Arquivos do Museu Nacional*, 63(1), 29-39.
- Cerqueira, R., Fernandez, F. A. S., & Quintela, M. F. S. (1990). Mamíferos da restinga de Barra de Maricá, Rio de Janeiro. *Papéis Avulsos de Zoologia*, 37(9), 141-157.
- Cerqueira, R., Gentile, R., Fernandez, F. A. S., & D'andrea, P. S. (1993). A five-year

- population study of an assemblage of small mammals in Southeastern Brazil. *Mammalia*, 57(4), 507-518.
- Cogliatti-Carvalho, L., Freitas, A. F. N. De, Rocha, C. F. D. Da, & Van Sluys, M. (2001). Variação na estrutura e na composição de Bromeliaceae em cinco zonas de restinga no Parque Nacional da Restinga de Jurubatiba, Macaé, RJ. *Revista Brasileira de Botânica*, 24(1), 1-9.
- Cooch, E., & White, G. (2011). Program MARK: a gentle introduction, Colorado State University, Fort Collins, Colorado.
- Cunha-Barros, M., Van Sluys, M., Vrcibradic, D., Galdino, C. a, Hatano, F. H., & Rocha, C. F. (2003). Patterns of infestation by chigger mites in four diurnal lizard species from a Restinga habitat (Jurubatiba) of southeastern Brazil. *Brazilian Journal of Biology*, 63(3), 393-399
- D'andrea, P. S.; Gentile; Maroja, L. S.; Fernandes, F.A.; Coura, R.; Cerqueira, R. (2007). Small mammal populations of an agroecosystem in the Atlantic Forest domain, southeastern Brazil. *Brazilian Journal of Biology*, 67(1): 179-186.
- DeBlase, A. F.; Martin, R. E. (1981). A manual of mammalogy. WMC Brown Company Publishers.
- Dietz, J. M. (1983). Notes on the natural history of some small mammals in central Brazil. *Journal of Mammalogy*, 64(3), 521-523.
- Dirzo, R., Young, H. S., Galetti, M., Ceballos, G., Isaac, N. J., & Collen, B. (2014). Defaunation in the Anthropocene. *science*, 345(6195), 401-406.
- Ederli, N. B., Gallo, S. S. M., Oliveira, L. C., & de Oliveira, F. C. R. (2018). Description of a new species *Physaloptera goytaca* n. sp. (Nematoda, Physalopteridae) from *Cerradomys goytaca* Tavares, Pessôa & Gonçalves, 2011 (Rodentia, Cricetidae) from Brazil. *Parasitology research*, 1-10.
- Ernest, S. M., Brown, J. H., Thibault, K. M., White, E. P., & Goheen, J. R. (2008). Zero Sum, the Niche, and Metacommunities: Long-Term Dynamics of Community Assembly. *The American Naturalist*, 172(6), 257-269.
- Ernest, K. A. & Mares, M. A. (1986). Ecology of *Nectomys squamipes*, the neotropical water rat in Central Brazil: Home range, habitat selection, reproduction and behaviour. *Journal of Zoology*, 210: 599-612.
- Esteves, F. D. A. (2011). *Do índio goitacá à economia do petróleo: uma viagem pela história e ecologia da maior restinga protegida do Brasil*. Campos dos Goytacazes, Brasil:

Essentia.

- Faegri, K., & Van der Pijl, L. (1979). The principles of pollination ecology. Pergamon.
- Falls, J. B., Falls, E. A., & Fryxell, J. M. (2007). Fluctuations of deer mice in Ontario in relation to seed crops. *Ecological Monographs*, 77(1), 19-32.
- Feliciano, B. R., Fernandez, F. A. S., Freitas, D., & Figueiredo, M. S. L. (2002). Population dynamics of small rodents in a grassland between fragments of Atlantic Forest in southeastern Brazil. *Mammalian Biology*, 67: 304–314.
- Fernandez, F. (1995). Métodos para estimativas de parâmetros populacionais por captura, marcação e recaptura. *Oecologia brasiliensis*, 2(1), 1.
- Fleming, T. H. (1975). The role of small mammals in tropical ecosystems. *Small mammals: Their productivity and population dynamics*, 269, 298.
- Fleury, M., Rodrigues, R. R., do Couto, H. T., & Galetti, M. (2014). Seasonal variation in the fate of seeds under contrasting logging regimes. *PloS one*, 9(3), e90060.
- Flinte, V., Araujo, C. O., Macedo, M. V. de, & Monteiro, R. F. (2006). Insetos fitófagos associados ao murici da praia, *Byrsonima sericea* (Malpighiaceae), na Restinga de Jurubatiba (RJ). *Revista Brasileira de Entomologia*, 50(4), 512–523.
- Fonseca, G. A. B., & Kierulff, M. C. M. (1989). Biology and natural history of Brazilian Atlantic Forest small mammals. *Bulletin of the Florida State Museum, Biological Sciences*, 34: 99–152.
- Fonseca, C. R., Ganade, G., Baldissera, R., Becker, C. G., Boelter, C. R., Brescovit, A. D., Campos, L. M., Fonseca, V. S., Hartz, S. M., & Joner, F. (2009). Towards an ecologically-sustainable forestry in the Atlantic Forest. *Biological Conservation*, 142(6), 1209-1219.
- Francisco, M. R., Lunardi, V. O., & Galetti, M. (2007). Bird attributes, plant characteristics, and seed dispersal of *Pera glabrata* (Schott, 1858), (Euphorbiaceae) in a disturbed cerrado area. *Brazilian Journal of Biology*, 67(4), 627-634.
- Galante, M. L., & Cassini, M. H. (1994). Seasonal variation of a cavy population in the pampa region, east-central Argentina. *Mammalia*, 58(4), 549-556.
- Galetti, M. (1993). Diet of the scaly-headed parrot (*Pionus maximiliani*) in a semideciduous forest in southeastern Brazil. *Biotropica*, 419-425.

- Galetti, M., & Dirzo, R. (2013). Ecological and evolutionary consequences of living in a defaunated world. *Biological Conservation*, 163, 1-6.
- Galetti, M., Donatti, C. I., Pires, A. S., Guimarães JR, P. R., & Jordano, P. (2006). Seed survival and dispersal of an endemic Atlantic forest palm: the combined effects of defaunation and forest fragmentation. *Botanical Journal of the Linnean Society*, 151(1), 141-149.
- Galetti, M.; Pizo, M. A.; Morellato, P. C. Fenologia, frugivoria e dispersão de sementes. 2003. Em: L., Cullen; R, Rudran; C, Valladares-Padua. Métodos de estudos em biologia da conservação e manejo da vida silvestre. Curitiba (pp. 395-422). UFPR: Fundação O Boticário de Proteção à Natureza.
- Gautier-Hion, A., Duplantier, J. M., Quris, R., Feer, F., Sourd, C., Decoux, J. P., ... & Mounghazi, A. (1985). Fruit characters as a basis of fruit choice and seed dispersal in a tropical forest vertebrate community. *Oecologia*, 65(3), 324-337.
- Genes, L., Cid, B., Fernandez, F. A., & Pires, A. S. (2017). Credit of ecological interactions: A new conceptual framework to support conservation in a defaunated world. *Ecology and evolution*, 7(6), 1892-1897.
- Gentile, R., Costa-Neto, S. F.; Gonçalves, M. M. L.; Bonecker, S. T.; Fernandes, F. A.; Garcia, J. S.; Barreto, M. G. M.; Soares, M. S.; D'Andrea, P. S.; Peralta, J. M.; & Rey, L. (2006). An ecological field study of the water rat *Nectomys squamipes* as a wild reservoir indicator of *Schistosoma mansoni* transmission in an endemic area. *Memórias do Instituto Oswaldo Cruz*, 101(1): 111-117.
- Gentile, R., D'Andrea, P. S., Cerqueira, R., & Maroja, L. S. (2000). Population dynamics and reproduction of marsupials and rodents in a Brazilian rural area: a five-year study. *Studies on Neotropical Fauna and Environment*, 35(1), 1-9.
- Gittleman, J. L., & Thompson, S. D. (1988). Energy allocation in mammalian reproduction. *American zoologist*, 28(3), 863-875.
- Gomes, V. S. da M., Buckeridge, M. S., Silva, C. O., Scarano, F. R., Araujo, D. S. D., & Alves, M. A. S. (2010). Availability peak of caloric fruits coincides with energy-demanding seasons for resident and non-breeding birds in restinga, an ecosystem related to the Atlantic forest, Brazil. *Flora-Morphology, Distribution, Functional Ecology of Plants*, 205(10), 647-655.
- Grenha, V., Macedo, M. V. D., & Monteiro, R. F. (2008). Predação de sementes de *Allagoptera arenaria* (Gomes) O'Kuntze (Arecaceae) por *Pachymerus nucleorum* Fabricius (Coleoptera, Chrysomelidae, Brushinae). *Revista Brasileira de*

*Entomologia*, 52(1), 50-56.

- Grenha, V., Macedo, M. V., Pires, A. S., & Monteiro, R. F. (2010). El papel de *Cerradomys subflavus* (Rodentia, Cricetidae) como depredador y dispersor de semillas de la palma *Allagoptera arenaria*. *Mastozoología neotropical*, 17(1), 61-68.
- Gressler, E., Pizo, M. A., & Morellato, L. P. C. (2006). Polinização e dispersão de sementes em Myrtaceae do Brasil. *Brazilian Journal of Botany*, 509-530.
- Hanski, I., Henttonen, H., Korpimäki, E., Oksanen, L., & Turchin, P. (2001). Small-rodent dynamics and predation. *Ecology*, 82(6), 1505-1520.
- Hatano, F. H., Vrcibradic, D., Galdino, C. A. B., Cunha-Barros, M., Rocha, C. F. D., & Van Sluys, M. (2001). Thermal ecology and activity patterns of the lizard community of the restinga of Jurubatiba, Macaé, RJ. *Revista Brasileira de Biologia*, 61(2), 287-294.
- Howe, H. F. (1984). Implications of seed dispersal by animals for tropical reserve management. *Biological Conservation*, 30(3), 261-281.
- Howe, H. F., & J. Smallwood. (1982). Ecology of seed dispersal. *Annual Review of Ecology, Evolution, and Systematics*, 13:201-228.
- Hulme, P. E. (1998). Post-dispersal seed predation: consequences for plant demography and evolution. *Perspectives in Plant Ecology, Evolution and Systematics*, 1(1), 32-46.
- Hunter, M. D. (2001). Multiple approaches to estimating the relative importance of top-down and bottom-up forces on insect populations: Experiments, life tables, and time-series analysis. *Basic and Applied Ecology*, 2(4), 295-309.
- Iob, G. (2007) *Influência de frutos e sementes na abundância de pequenos mamíferos e a relação com a predação e dispersão de sementes da araucária (Araucaria angustifolia)* (MSc Thesis). Universidade Federal do Rio Grande do Sul, Porto Alegre.
- Iob, G., & Vieira, E. M. (2008). Seed predation of *Araucaria angustifolia* (Araucariaceae) in the Brazilian Araucaria Forest: influence of deposition site and comparative role of small and 'large' mammals. *Plant Ecology*, 198(2), 185-196.
- Jensen, T. S. (1982). Seed production and outbreaks of non-cyclic rodent populations in deciduous forests. *Oecologia*, 54(2), 184-192.
- Johnson, J. B., & Omland, K. S. (2004). Model selection in ecology and evolution. *Trends*

*in ecology & evolution*, 19(2), 101-108.

- Jolly, G. M. 1965. Explicit estimates from capture-recapture data with both death and immigration - Stochastic model. *Biometrika*, 52(1/2): 225- 247.
- Jordano, P., Galetti, M., Pizo, M. A., & Silva, W. R. (2006). Ligando frugivoria e dispersão de sementes à biologia da conservação. *Biologia da conservação: essências. Editorial Rima, São Paulo, Brasil*, 411-436.
- Karasov, W. H. (1986). Energetics, physiology and vertebrate ecology. *Trends in Ecology & Evolution*, 1(4), 101-104.
- Kearns, C. A., Inouye, D. W., & Waser, N. M. (1998). Endangered mutualisms: the conservation of plant-pollinator interactions. *Annual review of ecology and systematics*, 29(1), 83-112.
- Kenagy, G. J., & Bartholomew, G. A. (1985). Seasonal reproductive patterns in five coexisting California desert rodent species. *Ecological Monographs*, 55(4), 371-397.
- Krebs, C. J. 1998. *Ecological Methodology*. 2ª Edição, Addison-Wesley Educational Publishers, Inc. 581pp.
- Korpimäki, E., Brown, P. R., Jacob, J., & Pech, R. P. (2004). The puzzles of population cycles and outbreaks of small mammals solved?. *AIBS Bulletin*, 54(12), 1071-1079.
- Lacerda, L. D., De Araujo, D. S. D., & Maciel, N. C. 1993. Dry coastal ecosystems of the tropical Brazilian coast. Em *Ecosystems of the World* (pp. 477-477). Amsterdã, Holanda: Elsevier.
- Langguth, A., & Bonvicino, C. R. (2002). The *Oryzomys subflavus* species group, with description of two new species (Rodentia, Muridae, Sigmodontinae). *Arquivos do Museu Nacional*, 60(4), 285-294.
- Lee, A. K., & Cockburn, A. (1985). *Evolutionary ecology of marsupials*. Cambridge University Press.
- Lemos, H. M. 2013. Dinâmica Populacional de *Cerradomys goytaca* e *Nectomys squamipes* (Rodentia: Cricetidae) na Restinga de Jurubatiba, RJ. (Dissertação de mestrado). Universidade Federal do Rio de Janeiro. Macaé, Brasil.
- Lemos, H. M., & Gonçalves, P. R. (2015). Dinâmica populacional de *Cerradomys goytaca* Tavares, Pessôa, Gonçalves, 2011 (Rodentia: Cricetidae), uma espécie endêmica de restingas. *Oecologia Australis*, 19(1), 195-214.

- Lemos, H. M., Silva, C. A. O., Patiu, F. D. M., & Goncalves, P. R. (2015). Barn Owl pellets (Aves: *Tyto furcata*) reveal a higher mammalian richness in the Restinga de Jurubatiba National Park, Southeastern Brazil. *Biota Neotropica*, *15*(2).
- Lessa, L. G., & Geise, L. (2010). Hábitos alimentares de marsupiais didelfídeos brasileiros. *Oecologia Australis*, *14*(4), 901-910.
- Lieth, H. Introduction to phenology and the modeling of seasonality. 1974. Em: H. Lieth (Ed.). Phenology and seasonality modeling (pp.3-19). Berlin:Spring Verlag.
- Lima, R. B., Oliveira, P. A., & Chiarello, A. G. (2010). Diet of the thin-spined porcupine (*Chaetomys subspinosus*), an Atlantic forest endemic threatened with extinction in southeastern Brazil. *Mammalian Biology-Zeitschrift für Säugetierkunde*, *75*(6), 538-546.
- Lugon, A. P., Boutefeu, M., Bovy, E., Vaz-de-Mello, F. Z., Huynen, M. C., Galetti, M., & Culot, L. (2017). Persistence of the effect of frugivore identity on post-dispersal seed fate: consequences for the assessment of functional redundancy. *Biotropica*, *49*(3), 293-302.
- Martins-Hatano, F., Raices, D. S., Gazeta, G. S., Serra-Freire, N. M., Gettinger, D., & Bergallo, H. G. (2011). Community composition of laelapine mites (Acari: Laelapidae) associated with the nests and fur of *Cerradomys subflavus* (Wagner, 1842). *Journal of natural history*, *45*(27-28), 1679-1688.
- Martins-Hatano, F., Ribeiro, T. T. L., Jucá, N., da Costa, D. P., Baptista, M., & de Godoy Bergallo, H. (2002). Desenvolvimento pós-natal de *Nectomys squamipes* (Brants, 1827) e *Oryzomys gr. subflavus* (Wagner, 1842)(Rodentia, Muridae) sob condições de laboratório. *Revista Brasileira de Zoociências*, *3*(2).
- Modolo, G., & Machado, V. (2010). Análise morfossedimentar da praia , antepraia e plataforma continental interna da linha de costa do Parque Nacional de Jurubatiba - Rio de Janeiro The morpho-sedimentary analysis of the beach shoreface inner. *Environmental Geosciences*, *2*, 1-17.
- Monteiro, R. F., Macedo, M. V., Nascimento, M. de S., & Cury, R. S. F. (2007). Composição, abundância e notas sobre a ecologia de espécies de larvas de lepidópteros associadas a cinco espécies de plantas hospedeiras no Parque Nacional da Restinga de Jurubatiba, RJ. *Revista Brasileira de Entomologia*, *51*(4), 476-483.
- Murúa, R., & Gonzalez, L. A. (1986). Regulation of numbers in two neotropical rodent species in Southern Chile. *Revista Chilena de Historia Natural*, *59*(2), 193-200.

- Nicholson, A. J. (1933). Supplement: the balance of animal populations. *The Journal of Animal Ecology*, 131-178.
- O'Connell, M. A. (1982). Population biology of North and South American grassland rodents: a comparative review. *Mammalian Biology in South America*, 6, 167-86.
- Ojasti, J. (1990). Las comunidades de mamíferos en sabanas neotropicales. *Las sabanas americanas. Fondo Editorial Acta Científica Venezolana*, Caracas.
- Oliveira, L. C., Oliveira, F. C. R., & Ederli, N. B. (2017). Description of a new species *Fuhrmannetta jurubatensis* n. sp. (Cestoda, Davaineidae) from *Cerradomys goytaca* Tavares, Pessôa & Gonçalves, 2011 (Rodentia, Cricetidae). *Journal of helminthology*, 1-6.
- Pacheco, M., M. Kajin, R. Gentile, P. L. Zangrandi, M. V. Vieira, & R. Cerqueira. (2013). A comparison of abundance estimators for small mammal populations. *Zoologia (Curitiba)* 30: 182-190.
- Paglia, A. P., da Fonseca, G. A., Rylands, A. B., Herrmann, G., Aguiar, L. M., Chiarello, A. G., Leite, Y. L., Costa, L. P., Siciliano, S., Kierulff, M. C. G., & Mendes, S. L. (2012). Lista Anotada dos Mamíferos do Brasil 2ª Edição/Annotated Checklist of Brazilian Mammals. Occasional papers in conservation biology, 6, 76.
- Pearson. O. P. (1975). An outbreak of mice in the coastal desert of Peru. *Mammalia* 39: 375-386.
- Peig, J., & Green, A. J. (2009). New perspectives for estimating body condition from mass/length data: the scaled mass index as an alternative method. *Oikos*, 118(12), 1883-1891.
- Peig, J., & Green, A. J. (2010). The paradigm of body condition: a critical reappraisal of current methods based on mass and length. *Functional Ecology*, 24(6), 1323-1332.
- Percequillo, A. R. 2015. Genus *Cerradomys*. Em J. L. Patton, U. F. J. Pardiñas & G. D'Elía (Eds.), *Mammals of South America*, v. 2, Rodents (pp. 3-12). Chicago, EUA: The University of Chicago Press.
- Percequillo, A. R., Hingst-Zaher, E., & Bonvicino, C. R. (2008). Systematic review of genus *Cerradomys* Weksler, Percequillo and Voss, 2006 (Rodentia: Cricetidae: Sigmodontinae: Oryzomyini), with description of two new species from eastern Brazil. *American Museum Novitates*, 1-46.
- Pereira, M. C. A., Cordeiro, S. Z., & Araujo, D. S. D. D. (2004). Estrutura do estrato

herbáceo na formação aberta de *Clusia* do Parque Nacional da Restinga de Jurubatiba, RJ, Brasil. *Acta Botanica Brasilica*, 18(3), 677-687.

- Peres, C. A. (2000). Evaluating the impact and sustainability of subsistence hunting at multiple Amazonian forest sites.
- Peters, R. H. (1986). The ecological implications of body size (Vol. 2). Cambridge University Press.
- Pimentel, M. C., Barros, M. J., Cirne, P., Mattos, E. A. D., Oliveira, R. C., Pereira, M. C., & Araujo, D. S. (2007). Spatial variation in the structure and floristic composition of "restinga" vegetation in southeastern Brazil. *Brazilian Journal of Botany*, 30(3), 543-551.
- Pollock, K. H. (1986). Estimating the size of wildlife populations using capture techniques. *The Fascination of Statistics*, 4, 205.
- Poppitt, S. D., Speakman, J. R., & Racey, P. A. (1993). The energetics of reproduction in the common shrew (*Sorex araneus*): a comparison of indirect calorimetry and the doubly labeled water method. *Physiological Zoology*, 66(6), 964-982.
- Prevedello, J. A., Dickman, C. R., Vieira, M. V., & Vieira, E. M. (2013). Population responses of small mammals to food supply and predators: a global meta-analysis. *Journal of Animal Ecology*, 82(5), 927-936.
- Prevedello, J. A., Vieira, M. V., Vieira, E. M., & Dickman, C. R. (2017). The importance of food supply in high-productivity ecosystems: Short-term experimental tests with small rodents. *Austral Ecology*, 42(2), 176-186.
- Previtali, M. A., Lima, M., Meserve, P. L., Kelt, D. A., & Gutiérrez, J. R. (2009). Population dynamics of two sympatric rodents in a variable environment: rainfall, resource availability, and predation. *Ecology*, 90(7), 1996-2006.
- Raíces, D. S. L., & Bergallo, H. G. (2008). Taxa de germinação de sementes defecadas pelos marsupiais *Didelphis aurita* e *Micoureus paraguayanus* (Mammalia, Didelphimorphia) no Parque Nacional da Restinga de Jurubatiba, RJ. *Ecologia de Mamíferos. Londrina*, 167p, 33-42.
- Raíces, D., & Bergallo, H. (2010). 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.
- Raíces, D. S. L. & Bergallo, H. G. 2012. A composição da dieta dos marsupiais do Parque

- Nacional da Restinga de Jurubatiba, RJ. *In*: Freitas, T. R. O. & Vieira, E. M. (Orgs). *Mamíferos do Brasil: genética, sistemática, ecologia e conservação*. Vol. II. Sociedade Brasileira de Mastozoologia, Rio de Janeiro, Pp. 97-108.
- Ridley, M. (2009). *Evolução*. Porto Alegre, Brasil: Artmed Editora.
- Rocha, C. F. D., Bergallo, H. G., Van Sluys, M., Alves, M. A. S., & Jamel, C. E. (2007). The remnants of restinga habitats in the Brazilian Atlantic Forest of Rio de Janeiro state, Brazil: habitat loss and risk of disappearance. *Brazilian Journal of Biology*, 67(2), 263-273
- Santori, R. T., Lessa, L. G., & Astuá, D. M. D. (2012). Alimentação, nutrição e adaptações alimentares de marsupiais brasileiros. *Os marsupiais do Brasil: biologia, ecologia e conservação (Cáceres NC, ed) Ed UFMS Campo Grande*, 385-406.
- Scarano, F. R. (2002). Structure, function and floristic relationships of plants communities in stressful habitats marginal to Brazilian Atlantic Rainforest. *Annals of Botany*, 90: 517-524.
- Schmidt-Nielsen, K. (1984). *Scaling: why is animal size so important?*. Cambridge University Press.
- Seber, G. A. F. (1965). A note on the multiple recapture census. *Biometrika*, 52: 249-259.
- Seber, G. A. F. (1982). *The Estimation of Animal Abundance and Related Parameters*, 2nd edition. Edward Arnold: London.
- Silva, A. L. V. (2013). Remoção de frutos e sementes por roedores e marsupiais na Mata Atlântica. Monografia: Universidade Federal da Paraíba.
- Silveira, V. R. da, Monteiro, R. F., & Macedo, M. V. (2008). Larvas de insetos associadas a *Clusia hilariana* Schltdl. (Clusiaceae) na Restinga de Jurubatiba, RJ, Brasil. *Revista Brasileira de Entomologia*, 52(1), 57-61.
- Sobral, G., & de Oliveira, J. A. (2014). Annual age structure and reproduction in the Caatinga red-nosed mouse, *Wiedomys pyrrhorhinos* (Rodentia, Sigmodontinae). *Therya*, 5(2), 509-534.
- Soulé, M. E., Estes, J. A., Berger, J., & Del Rio, C. M. (2003). Ecological effectiveness: conservation goals for interactive species. *Conservation Biology*, 17(5), 1238-1250.
- Staggemeier, V. G., Cazetta, E., & Morellato, L. P. C. (2017). Hyperdominance in fruit production in the Brazilian Atlantic rain forest: the functional role of plants in

sustaining frugivores. *Biotropica*, 49(1), 71-82.

- Streilein, K. E. (1982). *Ecology of small mammals in the semiarid Brazilian Caatinga*. Carnegie Museum of Natural History.
- Suguió, K., & Tessler, M. G. (1984). Planícies de cordões litorâneos quaternários do Brasil: origem e nomenclatura. Em L. D. Lacerda, D. S. D. Lacerda, R. Cerqueira & B. C. Turcq (Eds.), *Restingas: origem, estrutura, processos* (pp. 15-25). Niterói, Brasil: CEUFF
- Tavares, W. C., Pessôa, L. M., & Gonçalves, P. R. (2011). New species of *Cerradomys* from coastal sandy plains of southeastern Brazil (Cricetidae: Sigmodontinae). *Journal of Mammalogy*, 92(3), 645-658.
- Tavares, W. C., Pessôa, L. M., & Seuánez, H. N. (2016). Systematics and acceleration of cranial evolution in *Cerradomys* (Rodentia, Cricetidae, Sigmodontinae) of Quaternary sandy plains in Southeastern Brazil. *Journal of Mammalian Evolution*, 23(3), 281-296.
- Terborgh, J. (1986). Keystone plant resource in the tropical forest. *Conservation biology*.
- Thompson, S. D. (1992). Gestation and lactation in small mammals: basal metabolic rate and the limits of energy use. Mammalian energetics. *Interdisciplinary views of metabolism and reproduction*, 213-259.
- Valiente-Banuet, A., Aizen, M. A., Alcántara, J. M., Arroyo, J., Cocucci, A., Galetti, M., García, M., Gómez, J. M., Jordano, P. & Medel, R. (2015). Beyond species loss: the extinction of ecological interactions in a changing world. *Functional Ecology*, 29(3), 299-307
- Vieira, E. M. (1999). Small mammal communities and fire in the Brazilian Cerrado. *Journal of Zoology*, 249(1), 75-81.
- Vieira, E. M., & Briani, D. C. (2013). Short-term effects of fire on small rodents in the Brazilian Cerrado and their relation with feeding habits. *International Journal of Wildland Fire*, 22(8), 1063-1071.
- Vieira, E. M., Pizo, M. A., & Izar, P. (2003). Fruit and seed exploitation by small rodents of the Brazilian Atlantic forest. *Mammalia*, 67(4), 533-540.
- Vivas, A. M. (1986). Population biology of *Sigmodon alstoni* (Rodentia: Cricetidae) in the Venezuelan llanos. *Revista Chilena de Historia Natural*, 59, 179-191.
- Vogel, S. (1974). Olblumen und olsammelnde Bienen. *Trop. Subtrop. Pflwelt*, 7, 1-267.

- Watson, D. M., & Herring, M. (2012). Mistletoe as a keystone resource: an experimental test. *Proc. R. Soc. B*, 279(1743), 3853-3860.
- White, T. C. R. (2008). The role of food, weather and climate in limiting the abundance of animals. *Biological Reviews*, 83(3), 227-248.
- Zaluar, H. L. T., & Scarano, F. R. Facilitação em restingas de moitas: Um século de buscas por espécies focais. 2000. Em: F. A. Esteves & L. D. Lacerda (Eds). *Ecologia das restingas e lagoas costeiras*. 1ed (pp. 3-23). Rio de Janeiro, Brasil: NUPEM/UFRJ.
- Zona, S., & Henderson, A. (1989). A review of animal-mediated seed dispersal of palms. *Selbyana*, 6-21.

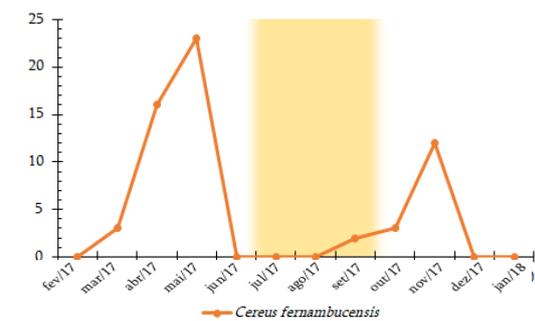
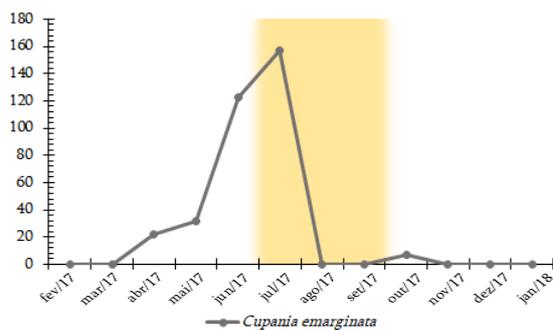
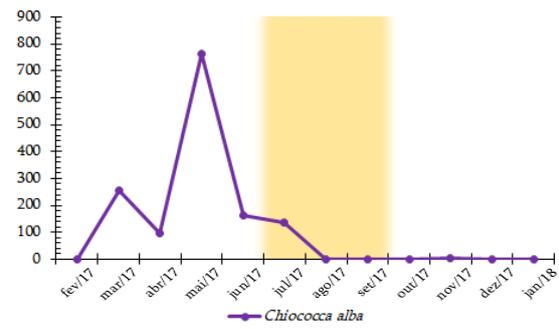
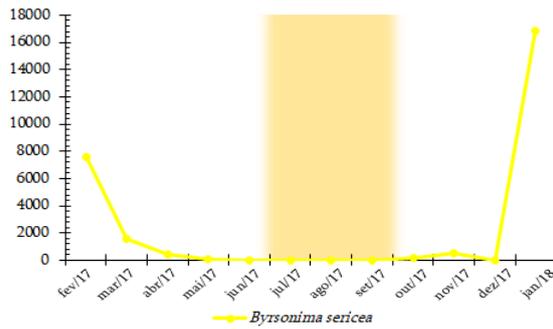
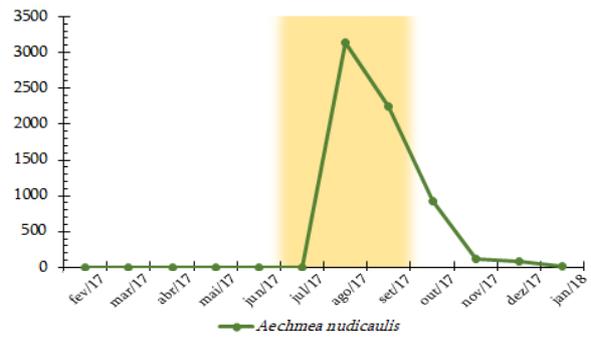
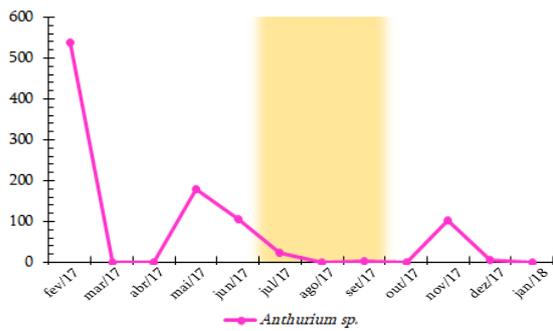
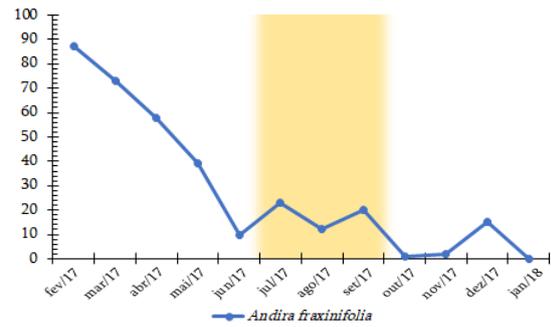
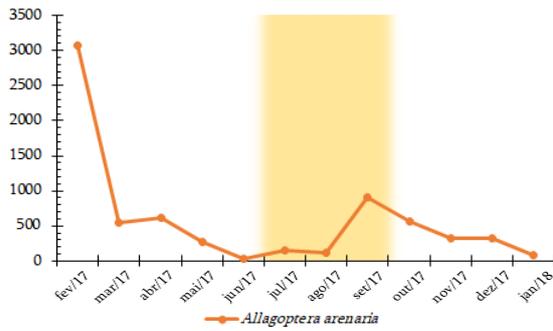
## 8. Apêndices

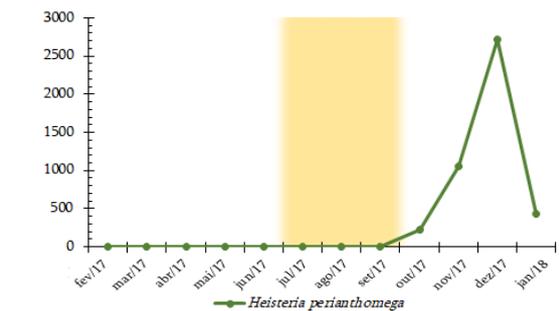
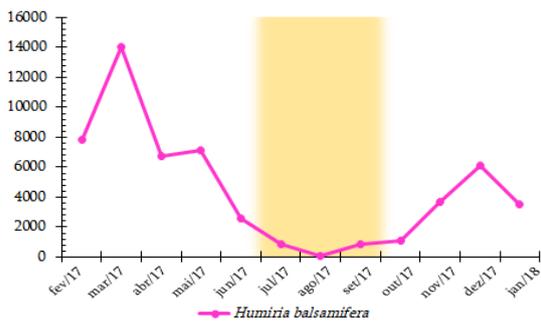
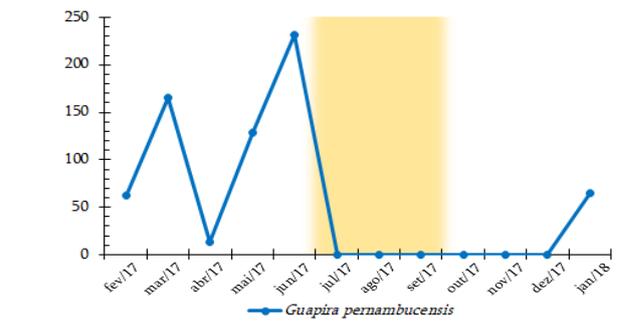
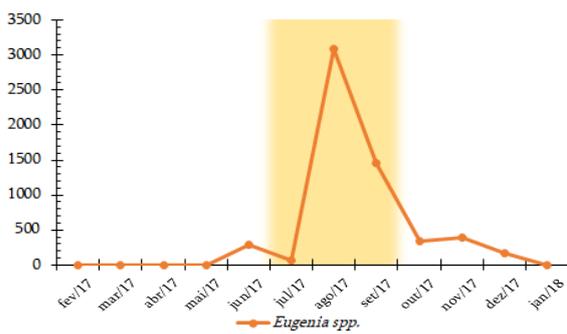
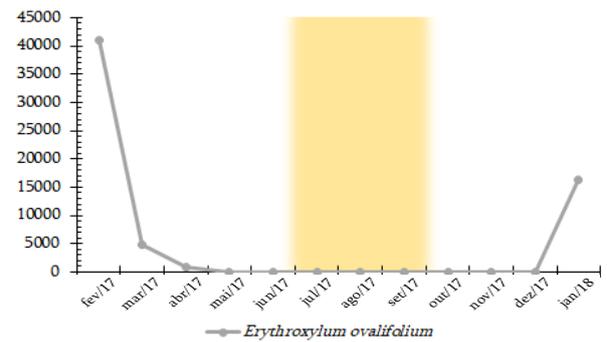
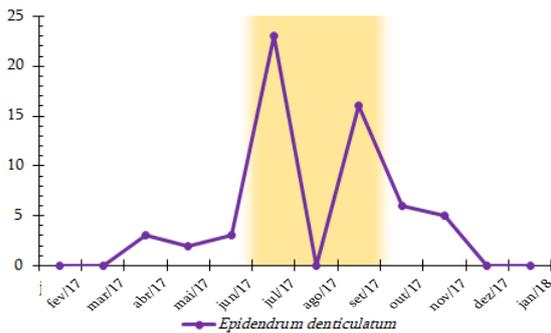
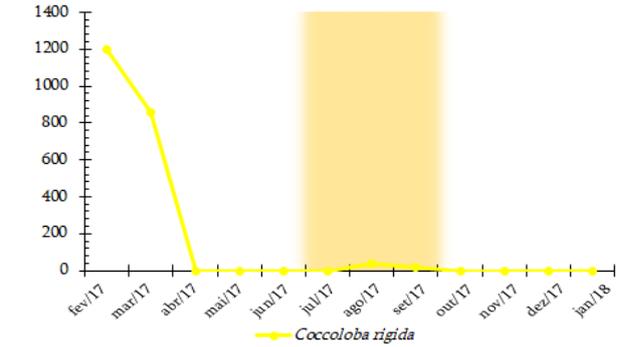
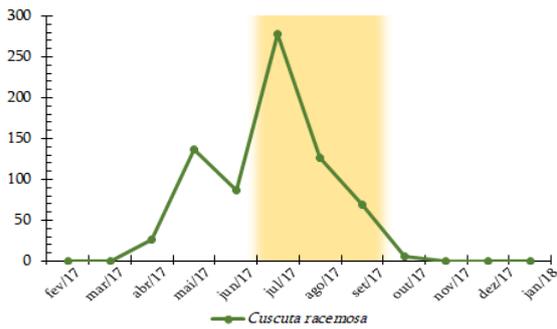
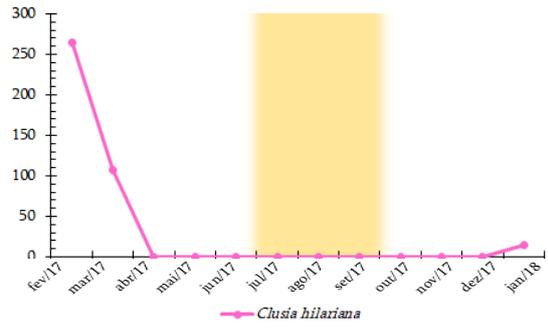
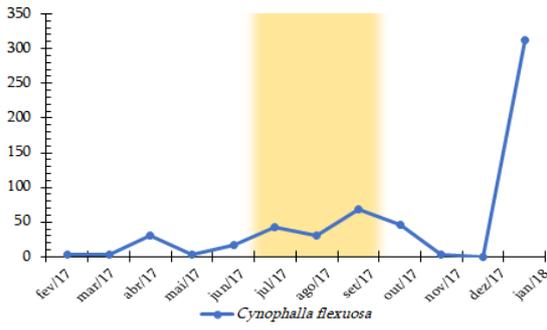
APÊNDICE A - Modelos de variação da sobrevivência ( $\Phi$ ) e capturabilidade ( $p$ ) de fêmeas de *Cerradomys goytaca* em função do tempo ( $t$ ) com seus respectivos valores de Critério de Informação Akaike (AICc),  $\Delta$  AICc, diferença para modelo de melhor AICc (Peso AICc), Verossimilhança relativa do modelo e probabilidade de verossimilhança (Verossim.) e desvio.

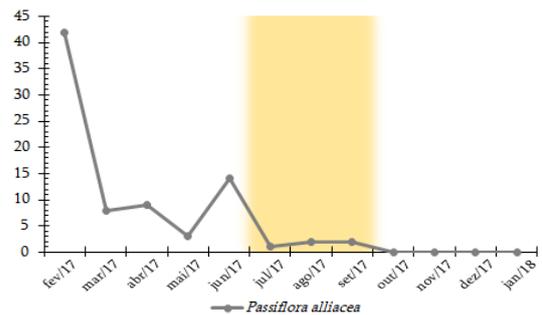
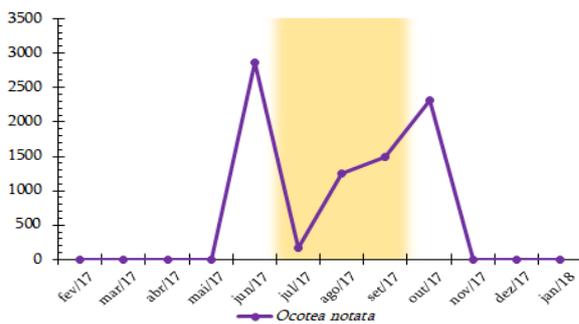
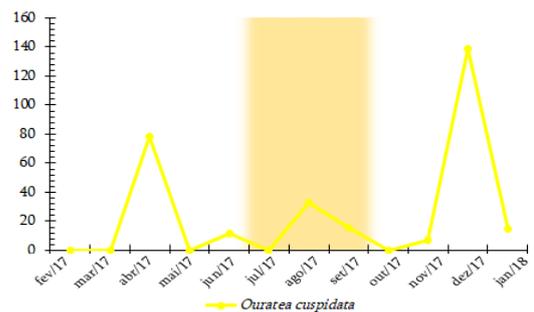
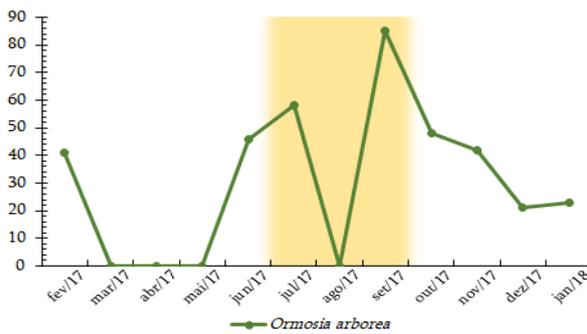
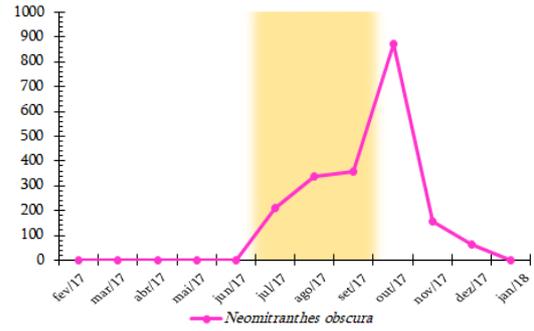
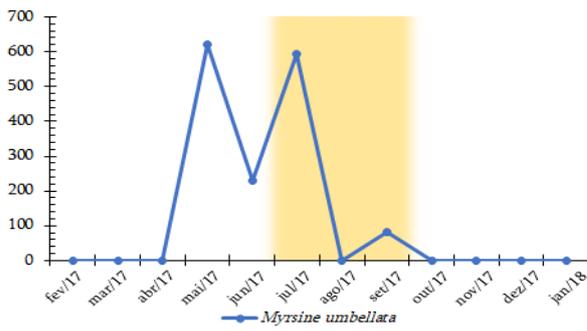
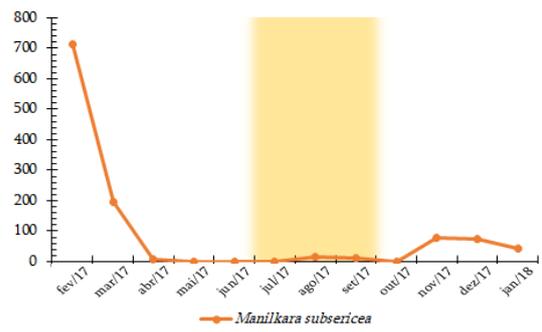
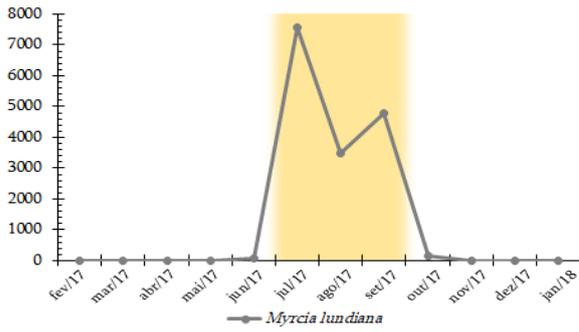
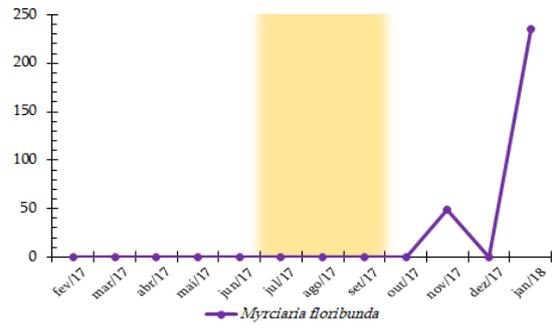
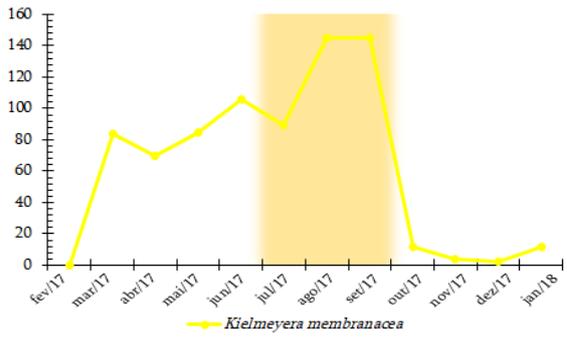
Modelo	AICc	$\Delta$ AICc	Peso AICc	Verossim.	Nº. Parâm.	Desvio
{ $\Phi(t)p(\cdot)$ }	<b>87.299</b>	<b>0</b>	<b>0.34914</b>	<b>1</b>	<b>8</b>	<b>13.643</b>
{ $\Phi(\cdot)p(\cdot)$ }	87.6743	0.3751	0.28943	0.829	1	30.5256
{ $\Phi(\cdot)p(t)$ }	87.8061	0.5069	0.27097	0.7761	4	24.0542
{ $\Phi(t)p(t)$ }	90.0005	2.7013	0.09045	0.2591	9	13.6425

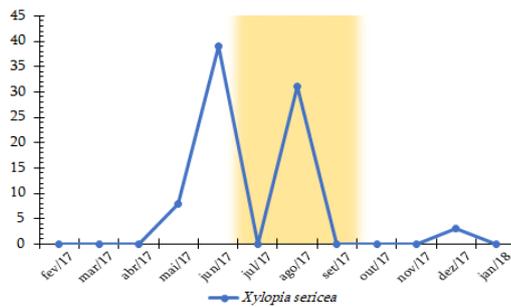
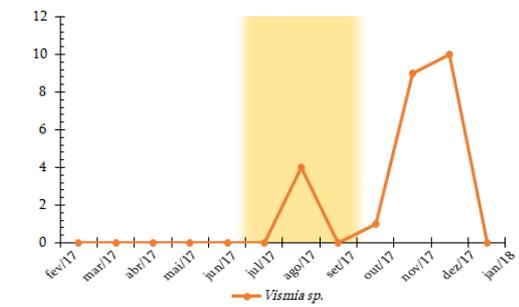
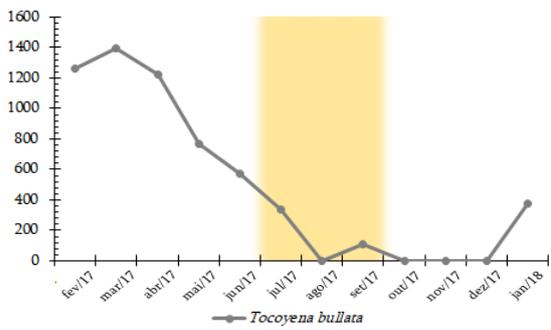
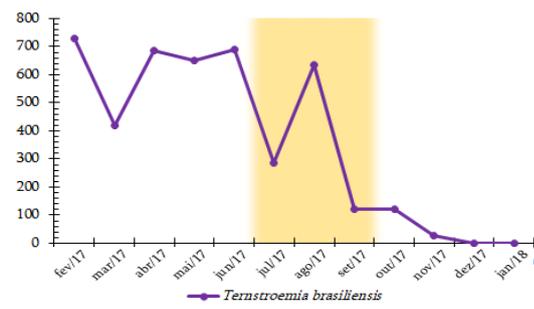
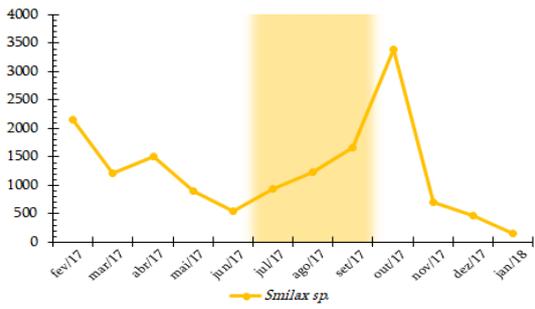
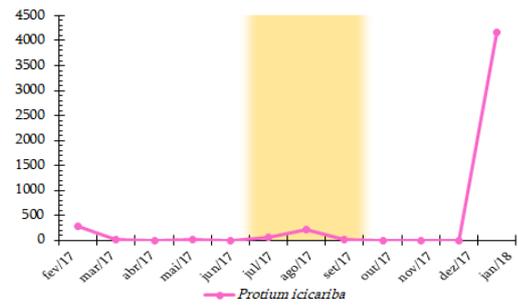
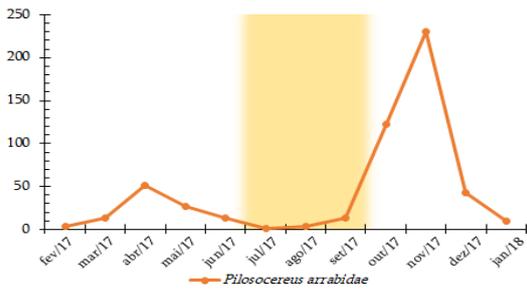
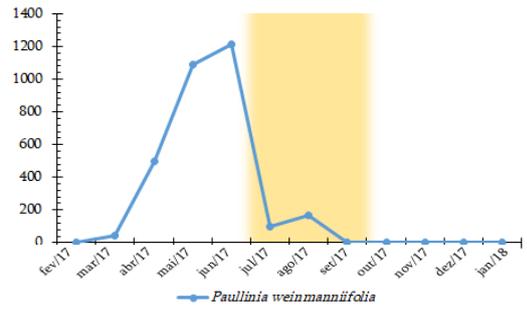
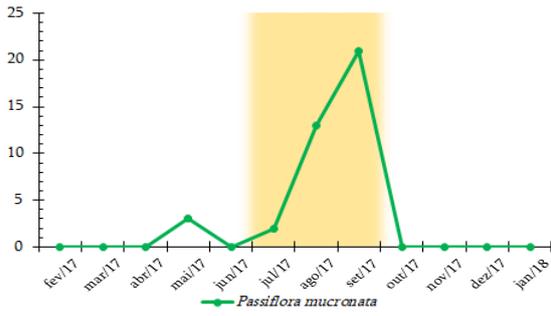
De acordo com o melhor modelo nesta tabela, a sobrevivência das fêmeas varia ao longo do tempo e a capturabilidade é constante, embora o  $\Delta$  AICc, em relação ao modelo onde sobrevivência e capturabilidade são constantes seja muito pequeno ( $\Delta$  AICc < 2). O  $\Delta$  AICc baixo quer dizer que os dados não permitiram uma seleção robusta entre os 3 melhores modelos. Apesar disso, há uma tendência de que a sobrevivência seja variável ao longo do tempo já que o primeiro modelo apresenta o menor Desvio (= resíduo) dentre os melhores modelos. Um menor resíduo significa que o modelo tem um melhor ajuste aos dados.

APÊNDICE B - Número de frutos produzidos por 37 espécies vegetais monitoradas ao longo de um ano na FAAC do Parque Nacional da Restinga de Jurubatiba; parte laranja compreende ao período da estação seca com maior abundância de *Cerradomys goytaca*.









APÊNDICE C - Correlação entre as taxas de sobrevivência de *Cerradomys goytaca* e a frutificação de espécies vegetais da FAAC. Eixo X corresponde ao coeficiente de correlação de Spearman ( $\rho$ ), com seus respectivos intervalos de 95% de confiança.



APÊNDICE D - Correlação entre as taxas de reprodução das fêmeas de *Cerradomys goytaca* e a frutificação de espécies vegetais da FAAC. Eixo X corresponde ao coeficiente de correlação de Spearman ( $\rho$ ), com seus respectivos intervalos de 95% de confiança.

