

MARCOS VINICIUS DE ALMEIDA

“ASPECTOS DA ECOLOGIA POPULACIONAL DE *GRACILINANUS MICROTARSUS*
(MAMMALIA: DIDELPHIDAE)”

**CAMPINAS
2013**

UNIVERSIDADE ESTADUAL DE CAMPINAS

INSTITUTO DE BIOLOGIA

MARCOS VINICIUS DE ALMEIDA

**“Aspectos da ecologia populacional de *Gracilinanus microtarsus*
(Mammalia: Didelphidae)”**

Este exemplar corresponde à redação final
da Dissertação defendida pelo candidato
Marcos Vinicius de Almeida
Sérgio Furtado dos Reis
e aprovada pela Comissão Julgadora.

Tese apresentada ao Instituto de Biologia da
UNICAMP para obtenção do Título de Mestre
em BIOLOGIA ANIMAL, na área de
Biodiversidade Animal.

Orientador: Prof. Dr. Sérgio Furtado Dos Reis
Coorientador: Prof. Dr. Eduardo Guimarães Martins

CAMPINAS,
2013

Ficha catalográfica
Universidade Estadual de Campinas
Biblioteca do Instituto de Biologia
Mara Janaina de Oliveira - CRB 8/6972

AL64a Almeida, Marcos Vinicius, 1988-
Aspectos da ecologia populacional de *Gracilinanus microtarsus* (Mammalia: Didelphidae) / Marcos Vinicius de Almeida. – Campinas, SP : [s.n.], 2013.

Orientador: Sérgio Furtado dos Reis.
Coorientador: Eduardo Guimarães Martins.
Dissertação (mestrado) – Universidade Estadual de Campinas, Instituto de Biologia.

1. *Gracilinanus microtarsus* (Didelphidae). 2. Marsupial. 3. Ecologia de populações. 4. Cerrados. I. Reis, Sérgio Furtado dos, 1952-. II. Martins, Eduardo Guimarães. III. Universidade Estadual de Campinas. Instituto de Biologia. IV. Título.

Informações para Biblioteca Digital

Título em outro idioma: Aspects of the population ecology of *Gracilinanus microtarsus* (Mammalia: Didelphidae)

Palavras-chave em inglês:

Gracilinanus microtarsus (Didelphidae)

Marsupials

Population ecology

Cerrados

Área de concentração: Biodiversidade Animal

Titulação: Mestre em Biologia Animal

Banca examinadora:

Sérgio Furtado dos Reis [Orientador]

Silmara Marques Allegretti

Wesley Augusto Conde Godoy

Data de defesa: 19-12-2013

Programa de Pós-Graduação: Biologia Animal

Campinas, 19 de dezembro de 2013

BANCA EXAMINADORA

Prof. Dr. Sérgio Furtado dos Reis (orientador)


Assinatura

Profa. Dra. Silmara Marques Allegretti


Assinatura

Prof. Dr. Wesley Augusto Conde Godoy


Assinatura

Prof. Dr. Arício Xavier Linhares

Assinatura

Prof. Dr. Márcio Silva Araújo

Assinatura

Resumo

O objetivo do presente trabalho foi investigar diversos parâmetros de interesse para a ecologia populacional de *Gracilinanus microtarsus*. Em particular os objetivos foram estimar probabilidade sobrevivência e verificar como a população de *G. microtarsus* do Cerrado de Mogi Guaçu no estado de São Paulo se comporta com relação ao contínuo de estratégias reprodutivas; estimar taxas de captura e recaptura e verificar se os indivíduos na população do Cerrado de Mogi Guaçu se comportam com relação a chance de ser mais ou menos capturados; estimar o tamanho populacional e verificar se existe variação temporal nesse parâmetro. As estimativas de sobrevivência obtidas para *G. microtarsus* nesse estudo no Cerrado da Fazenda Campininha no município de Mogi Guaçu em São Paulo variaram entre um mínimo de 0,484 e um máximo de 0,815. A população de *G. microtarsus* no Cerrado da Fazenda Campininha se comporta do ponto de vista demográfico como semalpara parcial. O tamanho populacional de *G. microtarsus* na área de cerrado da Fazenda Campininha mostrou-se mais elevado estatisticamente nos meses de maior pluviosidade. As estimativas nesses meses, novembro, dezembro (2005), janeiro e março (2006), variaram de 20 a 30. As estimativas nos meses de dezembro (2005) e janeiro (2006) foram as mais altas com 24 e 31, respectivamente. Nossos dados para o maior tamanho populacional estimado para os meses mais quentes descritos no trabalho, sugerem uma forte influência da estação quente e úmida, onde a oferta de alimentos, principalmente insetos, é maior na região de estudo e é aquela que parece melhor favorecer a reprodução e o desenvolvimento de filhotes da cuíca *G. microtarsus*.

Abstract

The purpose of this study was to investigate aspects of the population ecology of *Gracilinanus microtarsus*. Specifically, the primary objectives were to estimate the probability of survival and to assess the behavior of the population of *G. microtarsus* from the Cerrado de Mogi Guaçu in the state of São Paulo with respect the semelparity-iteroparity continuum; to estimate probabilities of capture and recapture; and to estimate population size and temporal variation in this parameter. Estimates of survival varied between 0.484 and 0.815. The population of *G. microtarsus* in the Cerrado de Mogi Guaçu behaves as partial semelparous. Population size was higher in the months of higher pluviocity

Sumário

1. Introdução	1
2. Objetivos	5
2. Materiais e Métodos	6
2.1. <i>Área de estudo e marcação de G. microtarsus</i>	6
2.2. <i>Análises estatísticas</i>	10
3. Resultados	12
4. Discussão	18
5. Conclusões	25
6. Referências bibliográficas	26

Agradecimentos

Agradeço primeiramente aos meus pais que me instruíram a ser uma pessoa de caráter por toda a minha vida. Seus conselhos sempre me fortaleceram nos momentos de incerteza. Amo vocês e obrigado por tudo.

A minha noiva Bruna, que teve paciência e me apoiou muito nesses últimos dois anos.

Ao Prof. Sérgio Furtado dos Reis pela orientação.

Ao Dr. Eduardo Guimarães Martins por sua generosidade em ajudar com a orientação de boa parte da tese, muito obrigado.

Aos amigos queridos que moram longe, mas sempre em contato comigo me divertindo por e-mail. Um agradecimento especial para o amigo Rodolpho Talon Kluiber que foi sempre um amigo leal e que me incentivou a começar com a pós-graduação. A você meu amigo, muito obrigado.

Lista de Figuras

- Figura 1. *Gracilinanus microtarsus*. Foto Eduardo G. Martins; **pg. 02.**
- Figura 2. Imagem da Reserva Biológica de Mogi Guaçu, São Paulo, mostrando a localização da grade de armadilhas (retângulo amarelo); **pg. 06.**
- Figura 3. Armadilha *Sherman* colocado em um ponto da grade de capturas. Foto Barbara Henning; **pg. 07.**
- Figura 4. Estrutura básica do clássico modelo robusto de Pollock (Cooch & White, 2013); **pg. 10.**
- Figura 5. Probabilidade de sobrevivência em *G. microtarsus* entre as ocasiões primárias; **pg. 15.**
- Figura 6. Probabilidade de captura em *G. microtarsus* nas ocasiões primárias; **pg. 16.**
- Figura 7. Probabilidade de recaptura em *G. microtarsus* nas ocasiões primárias; **pg. 16.**
- Figura 8. Probabilidade de detecção em *G. microtarsus*; **pg. 17.**
- Figura 9. Tamanho populacional de *G. microtarsus* nas ocasiões primárias; **pg. 17.**

Lista de Tabelas

- Tabela 1. Data, número de ocasiões secundárias em cada uma das oito ocasiões primárias entre 2005 e 2006; **pg. 08.**
- Tabela 2. História de captura e recaptura de *G. microtarsus*; **pg. 09.**
- Tabela 3. Estimativas de sobrevivência ϕ em *G. microtarsus*; **pg. 13.**
- Tabela 4. Estimativas de probabilidade de captura em *G. microtarsus*; **pg. 13.**
- Tabela 5. Estimativas de probabilidade de recaptura em *G. microtarsus*; **pg. 14.**
- Tabela 6. Estimativa de detecção em *G. microtarsus*; **pg. 14.**
- Tabela 7. Estimativas de tamanho populacional N de *G. microtarsus*; **pg. 15.**

1. Introdução

A família Didelphidae (Mammalia, Marsupialia) é representada por pelo menos 19 gêneros e 92 espécies conhecidas nas Américas. No território brasileiro estão descritos 16 gêneros e 55 espécies (Gardner 2005; Voss *et al.*, 2005). Essas espécies podem ser descritas como de pequeno (10g) a médio porte (4,0kg)(Emmons & Ferr, 1997). Nesses marsupiais didelfídeos, as patas traseiras e dianteiras possuem cinco dedos, o primeiro é opositor, utilizado para escalar os estratos arbóreos (Grand, 1983).

A distribuição da família Didelphidae se estende do sudeste do Canadá ao sul da Argentina, ocorrendo principalmente em biomas que abrangem ecossistemas florestados. No Brasil, esses marsupiais são mais comuns na Floresta Amazônica, Mata Atlântica e Cerrado (Cáceres & Monteiro Filho, 2006). Entre essas 55 espécies, um grupo notável de pequenos marsupiais conhecidos vulgarmente como “cuícas” ou “catitas”, possui os gêneros mais diversificados (Emmons & Ferr, 1997; Eisenberg & Redford, 1999). Os gêneros *Marmosa*, *Marmosops*, *Thylamys*, *Marmosa* e *Gracilinanus* representam esses pequenos marsupiais (Gardner & Creighton, 1989).

O gênero *Gracilinanus* é composto atualmente por seis espécies (Gardner, 2005) e distribui-se do norte da Venezuela e Colômbia até a Argentina (Emmons & Feer, 1997; Eisenberg & Redford, 1999). No Brasil, *Gracilinanus microtarsus* e *Gracilinanus agilis* podem ser encontradas habitando áreas de Cerrado e Floresta Atlântica (Emmons & Feer, 1997), normalmente em matas de galeria, cerradão e cerrado senso estrito (Emmons & Feer, 1997; Rossi *et al.*, 2006).

Gracilinanus microtarsus (Figura 1) é um pequeno marsupial (cabeça e corpo 85-130 mm, cauda 90-150 mm e massa entre 20 e 45g) que apresenta atividade noturna e hábito predominantemente arborícola (Eisenberg & Redford, 1999; Passamani, 2000),

utilizando a sua cauda preênsil que lhe permite se deslocar com facilidade pelos estratos arbóreos (Rossi *et al.*, 2006). *Gracilinanus microtarsus* possui uma pelagem dorsal que pode variar do marrom avermelhado para o cinza amarronzado, ao passo que a pelagem ventral é cinza (Gardner & Creighton, 1989). Nessa espécie há dimorfismo sexual de tamanho, sendo os machos maiores (cabeça e corpo 85-150 mm, cauda 90-150 mm e massa 30-45g) que as fêmeas (cabeça e corpo 85-110 mm, cauda 90-130 mm e massa entre 20 e 30g) (Emmons & Feer, 1997; Gardner, 2005).



Figura 1. *Gracilinanus microtarsus*. Foto Eduardo G. Martins.

A dieta de *G. microtarsus* demonstra diferença entre as estações do ano (Martins *et al.*, 2008; Araújo *et al.*, 2008). Na estação seca é composta principalmente por insetos da

ordem Isoptera (cupins) (Araújo *et al.*, 2008; Martins *et al.*, 2006a), e na estação chuvosa *G. microtarsus* possui uma maior amplitude na sua alimentação, como coleopteros, aranhas, caramujos e frutos (Martins *et al.*, 2006a; Martins *et al.*, 2008; Araújo *et al.*, 2008). Os indivíduos forrageiam em árvores e arbustos, e eventualmente descem ao chão para obter alimento (Martins *et al.*, 2004; Martins *et al.*, 2006a). Essa espécie atua como importante dispersor de sementes, principalmente de plantas pioneiras (Medellín, 1994; Lessa & Costa, 2009) uma vez que marsupiais não danificam as sementes quando consomem os frutos (Cowan, 1990; Dungan *et al.*, 2002). Os gêneros *Miconia* (Melastomaceae), *Passiflora* (Passifloraceae) e *Solanum* (Araceae) são exemplos de plantas cujos frutos são consumidos por *G. microtarsus* (Martins *et al.*, 2004; Martins *et al.*, 2006a). Vieira & Izar (1999) tiveram resultados semelhantes na alimentação de *G. microtarsus* na Mata Atlântica, e Camargo *et al.* (2011) encontrou esses frutos na dieta de *Gracilinanus agilis* (Burmeister, 1854), afirmando o potencial de dispersor para o gênero *Gracilinanus*.

A diferença de tamanho entre indivíduos machos e fêmeas de *G. microtarsus* pode estar associada à variação na dieta entre as estações. Os machos tendem a se alimentar mais que fêmeas, constituindo a maior parte de sua dieta de cupins, na estação seca (Vieira & Izar, 1999; Martins *et al.*, 2006a). Na estação seca os cupins são facilmente encontrados no Cerrado e são uma fonte muito nutritiva para pequenos marsupiais (Martins *et al.*, 2006a; Martins *et al.*, 2008). O maior consumo de cupins nessa estação é possivelmente a causa do rápido aumento na massa corporal de machos (Fernandes *et al.*, 2010; Martins *et al.*, 2008). Os machos com maiores massas corporais tendem a ter vantagem na estação reprodutiva, na qual lutam por território e fêmeas (Weckerly 1998; Martins *et al.*, 2006b; Martins *et al.*, 2008). Essa diferença entre machos e fêmeas também foi observada em *Monodelphis dimidiata*, na qual os machos adultos capturados tem uma maior massa corporal que fêmeas adultas (Baladrón *et al.*, 2012). O aumento da massa

corporal parece ser uma característica típica entre as espécies de mamíferos com sistemas de acasalamento poligâmico e promíscuo (Clutton-Brock, 1988). Por outro lado, o aumento da massa corporal de fêmeas pode estar relacionado com o alto custo energético da gestação, lactação e a criação de filhotes durante a estação reprodutiva (Fisher & Blomberg, 2011; Clutton-Brock, 1989).

A reprodução de *G. microtarsus* se inicia nos meses de maior pluviosidade (Passamani 2000; Martins *et al.*, 2006b). Estudos revelaram que, apenas uma pequena porcentagem (< 20%) de machos sobrevive para uma segunda estação reprodutiva demonstrando a semelparidade parcial para a espécie (Martins *et al.*, 2006c). A semelparidade parcial é a condição demográfica na qual “a mortalidade após a primeira estação reprodutiva é alta, mas gradual ao longo do tempo, com uma pequena fração de machos sobrevivendo para uma segunda estação reprodutiva” (Boonstra, 2005). Nos marsupiais australianos dos gêneros *Antechinus* e *Phascogale* existe uma considerável variação nas estratégias reprodutivas e demográficas (Dickman & Braithwaite, 1992; Mills & Bencini, 2000). Em determinadas espécies existe mortalidade completa de machos após o acasalamento (i.e. a condição de completa mortalidade nos machos, semelparidade, é observada em determinadas espécies), ao passo que em outras existe variação espaço-temporal na sobrevivência dos machos após o acasalamento. Por exemplo, em *Dasyurus hallucatus* pode haver mortalidade completa ou incompleta de machos após o acasalamento dependendo da população ou do ano (Oakwood *et al.*, 2001). Um fenômeno semelhante pode acontecer em *Parantechinus apicalis* (Mills & Bencini, 2000). Para os marsupiais neotropicais, as espécies *Monodelphis diminuta*, *Marmosops paulensis* e *Marmops incanus* foram descritas como semelparas, com mortalidade completa de machos após o acasalamento (Baladrón *et al.*, 2013; Leiner *et al.*, 2008; Lorini *et al.*, 1994).

Estimar a sobrevivência e abundância de uma população na natureza pode ser uma difícil tarefa (Lebreton *et al.*, 2002). Outro fator que deve ser levado em consideração quando se estima a sobrevivência e abundância de mamíferos é a heterogeneidade entre os indivíduos capturados e marcados (Chao & Huggins, 2005a). Eles podem apresentar comportamentos de “trap-happy” (acostumados), se a probabilidade de recaptura aumentar após a captura inicial, ou comportamento “trap-shy” (tímidos) se a probabilidade de recaptura diminuir após a primeira captura (Williams *et al.*, 2002; Chao & Huggins, 2005a; Nichols *et al.*, 1984). Essas características dificultam os estudos e limitam os dados, principalmente ligados à sua ecologia populacional. Por essa razão poucos são os estudos realizados sobre a ecologia de pequenos marsupiais, portanto se faz necessário um estudo sobre a sobrevivência e abundância em *G. microtarsus*. Esses estudos são ainda mais importantes para investigar a existência de variação espacial nos padrões demográficos entre populações, como observado para marsupiais na Austrália. Nesse contexto, o objetivo do presente trabalho foi investigar diversos parâmetros de interesse para a ecologia populacional de *G. microtarsus*. Em particular os objetivos são: 1) Estimar probabilidade sobrevivência e verificar como a população de *Gracilinanus microtarsus* do Cerrado de Mogi Guaçu se comporta com relação ao contínuo de estratégias reprodutivas; 2) Estimar taxas de captura e recaptura e verificar se os indivíduos na população do Cerrado de Mogi Guaçu se comportam com relação a chance de ser mais ou menos capturados. 3) Estimar o tamanho populacional e verificar se existe variação temporal nesse parâmetro.

2. Material e Métodos

2.1. Área de estudo e marcação de *G. microtarsus*

O trabalho de campo foi realizado no cerradão da Reserva Biológica de Mogi Guaçu (Figura 2), localizada no distrito de Martinho Prado, Mogi Guaçu, São Paulo ($22^{\circ}15' - 22^{\circ}18'S$; $47^{\circ}08' - 47^{\circ}13'W$). A região tem uma estação quente-úmida (outubro a março) e uma estação fria-seca (abril a setembro).

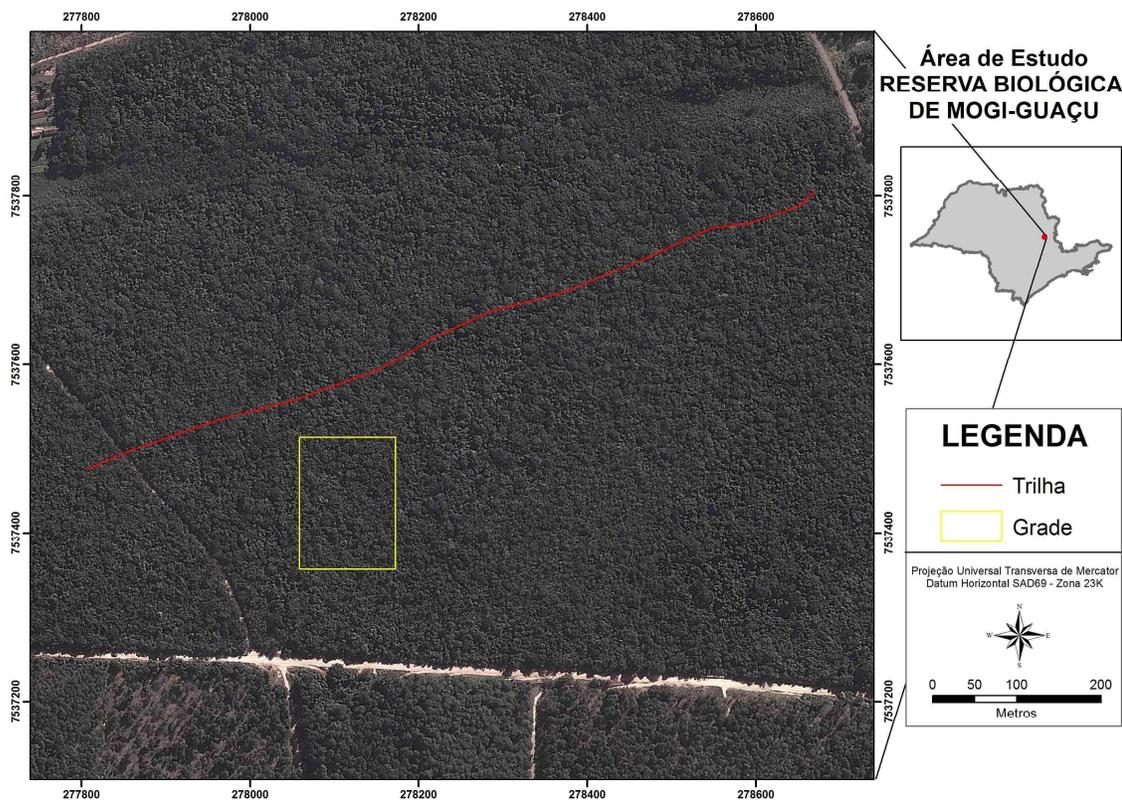


Figura 2. Imagem da Reserva Biológica de Mogi Guaçu, São Paulo, mostrando a localização da grade de armadilhas (retângulo amarelo).

A precipitação anual média e a temperatura anual média da região são de, respectivamente, 1.430 mm³ e 21° C (Dados Reserva Biológica de Mogi Guaçu). Os indivíduos de *G. microtarsus* foram capturados em uma grade com dimensão de 11.025m² (7 × 7) com 49 pontos com distância de 15 m entre si. Em cada ponto foi colocada uma armadilha *Sherman* (dimensões 7.5 × 9.0 × 23.5 cm) a cerca de 1,75 m do solo (Figura 3) e cada armadilha foi iscada com banana e pasta de amendoim. Quando necessário, as iscas eram trocadas nos dias seguintes de trabalho em campo.



Figura 3. Armadilha *Sherman* colocado em um ponto da grade de capturas. Foto Barbara Henning.

Cada indivíduo capturado de *G. microtarsus* foi unicamente marcado com um brinco numerado (Costa *et al.*, 2003). O sexo e a idade dos animais capturados foram diferenciados pela observação dos órgãos sexuais primários, nos machos a presença de

saco escrotal e nas fêmeas pela abertura do trato genital, caracterizando uma pequena vagina (Tyndale-Biscoe and MacKenzie, 1976). A maturidade sexual das fêmeas foi julgada pela presença de filhotes presos nos mamilos e a observação de gestação das mesmas (Costa *et al.*, 2003; Tyndale-Biscoe and MacKenzie, 1976). Os pontos de captura de cada *G. microtarsus* na grade foram definidos como coordenadas x e y e também anotados. O trabalho de captura e recaptura ocorreu de novembro de 2005 a agosto de 2006, durante cinco dias consecutivos por mês durante quatro meses da estação quente-úmida (novembro e dezembro de 2005 e janeiro e março de 2006) e quatro meses da estação fria-seca (maio, junho, julho e agosto de 2006) (Tabela 1).

Tabela 1. Data, número de ocasiões secundárias em cada uma das oito ocasiões primárias entre 2005 e 2006.

Ocasões primárias	Data	Ocasões secundárias	Estação
1	Nov/2005	5	Verão (úmido)
2	Dez/2005	5	Verão (úmido)
3	Jan/2006	5	Verão (úmido)
4	Mar/2006	5	Verão (úmido)
5	Mai/2006	5	Outono (seca)
6	Jun/2006	5	Outono (seca)
7	Jul/2006	5	Inverno (seca)
8	Ago/2006	5	Inverno (seca)

Como resultado do trabalho de campo foram marcados 67 indivíduos de *G. microtarsus*, sendo 32 machos e 35 fêmeas (20 adultos e 47 jovens) e 62 deles foram capturados pelo menos mais de uma vez. As histórias de capturas de cada indivíduo estão listadas na Tabela 2.

2.2. Análises estatísticas

O delineamento robusto de Pollock foi usado nesse estudo para estimar os parâmetros populacionais de interesse (Pollock *et al.*, 1990; Cooch & White, 2013). Esse delineamento combina o modelo de populações abertas (i.e. com recrutamento, morte e migração) de Cormack-Jolly-Seber (Cormack, 1964; Jolly, 1965; Seber, 1965) e o modelo de populações fechadas (i.e. sem recrutamento, morte e migração). Esse delineamento pode ser representado na forma do diagrama abaixo (Cooch & White, 2013:568),

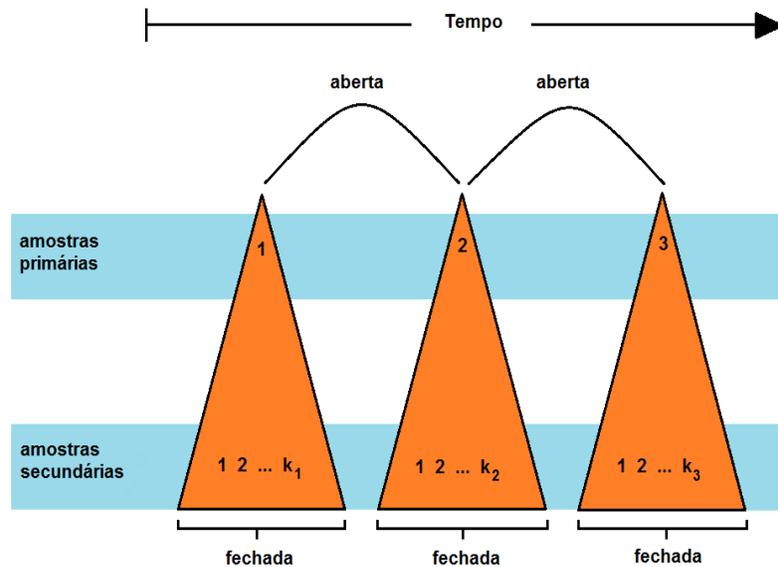


Figura 4. Estrutura básica do clássico modelo robusto de Pollock (Cooch & White, 2013).

O enfoque robusto de Pollock é baseado nos seguintes parâmetros (Pollock *et al.*, 1990; Cooch & White, 2013:567): a probabilidade ϕ de o indivíduo sobreviver entre os intervalos de captura i e $i + 1$; a probabilidade c de o indivíduo estar disponível para ser capturado, dado que o indivíduo sobreviveu da ocasião i para $i + 1$ entre ocasiões primárias (meses). Finalmente, a probabilidade que o indivíduo marcado é encontrado vivo é representada pelo parâmetro p .

A estimativa do tamanho populacional, N , foi baseada no modelo de Huggins (1989), no qual a verossimilhança é condicionada ao número de animais detectados (Cooch & White, 2013). Nesse caso os parâmetros incluídos na estimativa são as probabilidades de captura e recaptura. Como o objetivo é estimar N , esse parâmetro é parte do coeficiente multinomial da função de verossimilhança que é escrita como (Cooch & White, 2013:533),

$$L(N, p, c | amostra) \propto \frac{N!}{(N - M_{t+1})!} \prod_h \Pr[h]^{n_h} \cdot \Pr[\text{não ser encontrado}]^{N - M_{t+1}},$$

onde M_{t+1} é o número de animais com marcas individuais e n_h é o número de indivíduos com história de captura h .

3. Resultados

As estimativas de sobrevivência tiveram valores semelhantes entre os meses de novembro, dezembro (2005), janeiro, março e maio (2006) e apresentaram uma tendência para valores mais altos nos meses de junho, julho e agosto (2006) (Tabela 3; Figura 5). Todavia, não houve diferença estatisticamente significativa entre as ocasiões primárias de captura.

As estimativas de captura apresentaram valores crescentes nos meses de novembro, dezembro (2005) e janeiro (2006) (Tabela 4; Figura 6). A probabilidade de captura atingiu um valor máximo no mês de março (2006), embora para esse mês a incerteza associada com a estimativa de captura não pode ser estimada. Nos meses de maio e junho (2006) houve uma pequena queda na probabilidade de captura relativa ao mês de março, a qual se acentuou nos meses de julho e agosto (2006). A estimativa do mês de novembro (2005) difere significativamente daquela dos meses de janeiro e maio (2006). As estimativas de recaptura apresentam uma flutuação mais acentuada entre os meses de novembro, dezembro (2005), janeiro e março (2006), ao passo que esses valores são menos variáveis entre os meses de maio, junho, julho e agosto (2006, Tabela 5) (Figura 7). A probabilidade de recaptura do mês de março (2006) difere de todas as outras estimativas, exceto pela probabilidade de recaptura do mês de novembro (2005). Quando as probabilidades de captura e recaptura são combinadas para todas as ocasiões primárias, torna-se evidente que o valor médio da probabilidade de captura é significativamente maior que o valor médio da probabilidade de recaptura (Tabela 6; Figura 8).

O tamanho populacional (N) estimado aumentou do mês de novembro para o mês de dezembro atingindo nesse mês um valor máximo (Tabela 7; Figura 9). A partir

desse valor máximo ($N = 31$), o tamanho populacional estimado mostra uma tendência de decréscimo entre os meses de janeiro e maio (2006), ficando estável nos meses de junho-agosto (2006).

Tabela 3. Estimativas de sobrevivência ϕ em *G. microtarsus*.

Ocasão de captura	Meses	Estimativa	Erro padrão	Intervalo de confiança de 95%	
				Inferior	Superior
1	Nov/2005	0,514	0,115	0,299	0,724
2	Dez/2005	0,510	0,091	0,337	0,681
3	Jan/2006	0,484	0,102	0,295	0,678
4	Mar/2006	0,503	0,114	0,292	0,713
5	Mai/2006	0,579	0,145	0,299	0,815
6	Jun/2006	0,780	0,144	0,406	0,948
7	Jul/2006	0,815	0,152	0,376	0,970

Tabela 4. Estimativas de probabilidade de captura em *G. microtarsus*.

Ocasão de captura	Meses	Estimativa	Erro padrão	Intervalo de confiança de 95%	
				Inferior	Superior
1	Nov/2005	0,384	0,067	0,263	0,522
2	Dez/2005	0,588	0,070	0,446	0,716
3	Jan/2006	0,857	0,066	0,674	0,945
4	Mar/2006	—	—	—	—
5	Mai/2006	0,857	0,093	0,573	0,964
6	Jun/2006	0,900	0,094	0,533	0,986
7	Jul/2006	0,610	0,118	0,370	0,806
8	Ago/2006	0,574	0,116	0,346	0,774

Tabela 5. Estimativas de probabilidade de recaptura em *G. microtarsus*.

Ocasão de captura	Meses	Estimativa	Erro padrão	Intervalo de confiança de 95%	
				Inferior	Superior
1	Nov/2005	0,354	0,069	0,232	0,497
2	Dez/2005	0,553	0,048	0,456	0,646
3	Jan/2006	0,456	0,051	0,357	0,558
4	Mar/2006	0,199	0,044	0,126	0,301
5	Mai/2006	0,630	0,071	0,483	0,756
6	Jun/2006	0,685	0,078	0,516	0,816
7	Jul/2006	0,566	0,090	0,388	0,729
8	Ago/2006	0,586	0,091	0,403	0,747

Tabela 6. Estimativa de detecção em *G. microtarsus*.

Parâmetros	Estimativa	Erro padrão	Intervalo de confiança de 95%	
			Inferior	Superior
p	0,647	0,033	0,579	0,709
c	0,473	0,023	0,427	0,518

Tabela 7. Estimativas de tamanho populacional N de *G. microtarsus*.

Ocasão de captura	Meses	Estimativa	Erro padrão	Intervalo de confiança de 95%	
				Inferior	Superior
1	Nov/2005	20	0,1577866E-003	20,000000	20,000126
2	Dez/2005	31	0,3791004E-003	31,000000	31,000383
3	Jan/2006	24	0,1632746E-003	24,000000	24,000135
4	Mar/2006	20	0,1851772E-003	20,000000	20,000137
5	Mai/2006	12	0,1274038E-003	12,000000	12,000115
6	Jun/2006	9	0,6102677E-005	9,0000000	9,0000028
7	Jul/2006	9	0,6044568E-005	9,0000000	9,0000028
8	Ago/2006	9	0,6102677E-005	9,0000000	9,0000028

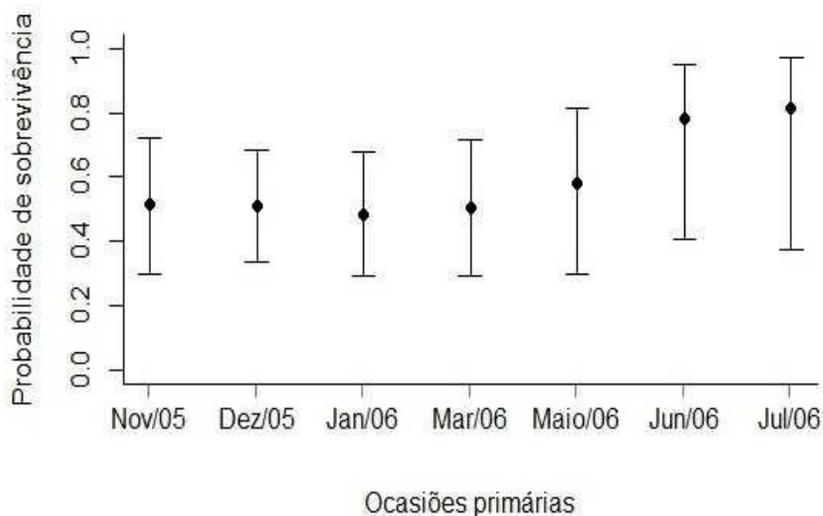


Figura 5. Probabilidade de sobrevivência em *G. microtarsus* entre as ocasiões primárias.

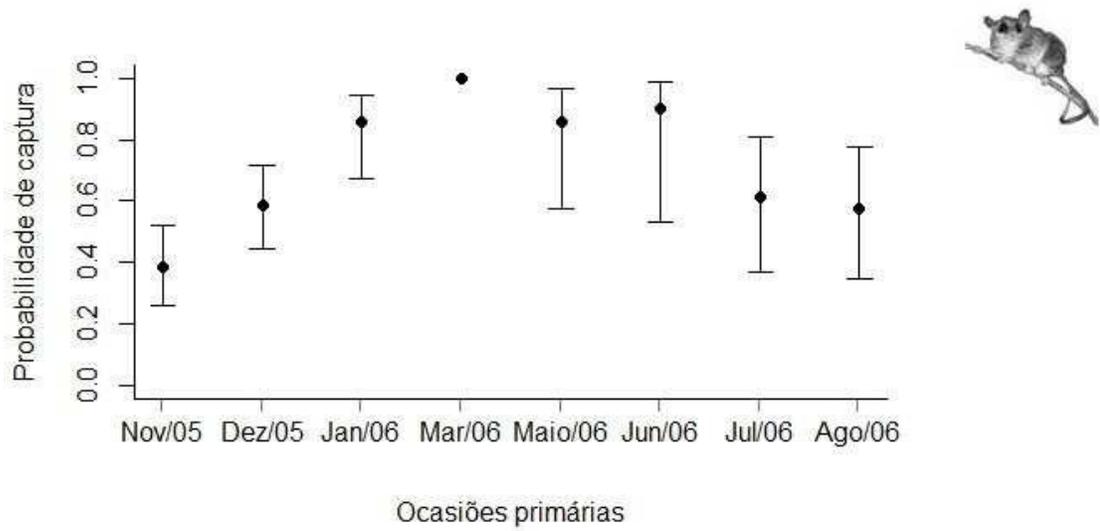


Figura 6. Probabilidade de captura em *G. microtarsus* nas ocasiões primárias.

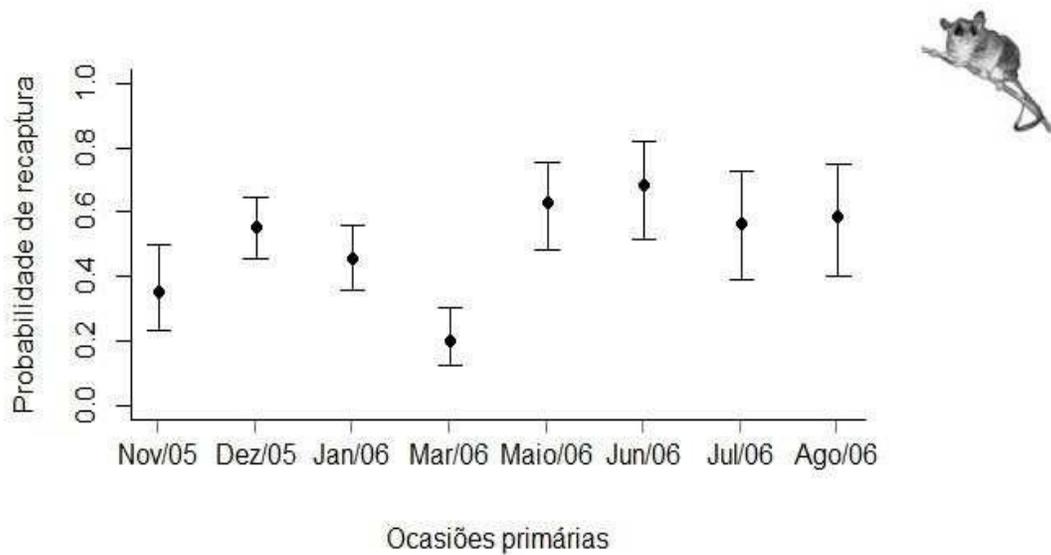


Figura 7. Probabilidade de recaptura em *G. microtarsus* nas ocasiões primárias.

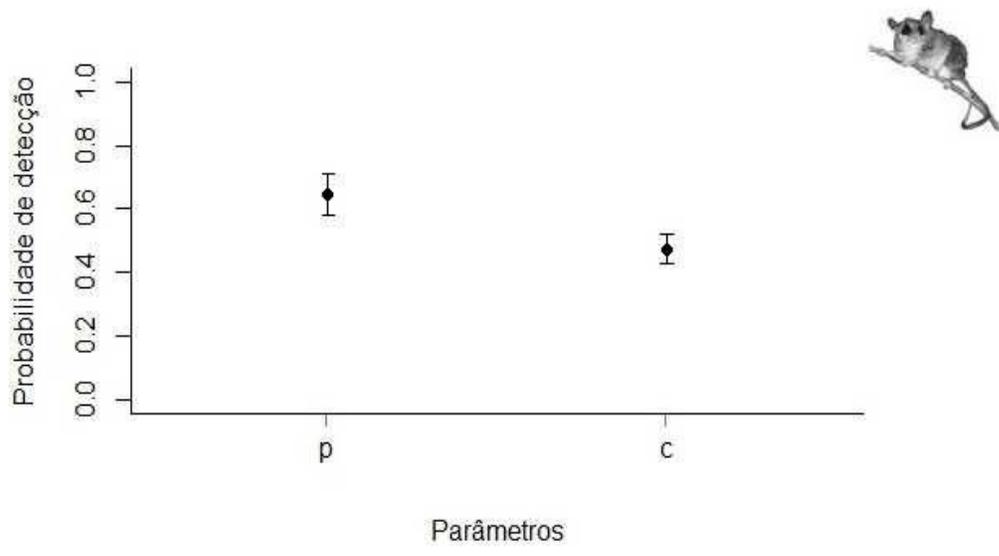


Figura 8. Probabilidade de detecção em *G. microtarsus*, onde p é a soma de todas as estimativas de captura e c é a soma de todas as estimativas de captura.

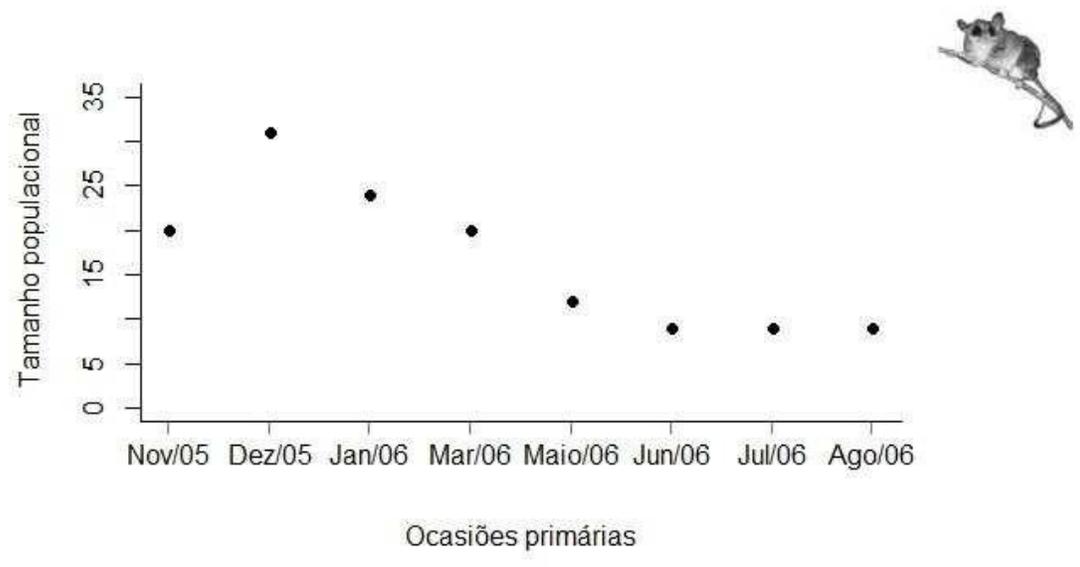


Figura 9. Tamanho populacional de *G. microtarsus* nas ocasiões primárias.

4. Discussão

As estimativas de sobrevivência obtidas para *G. microtarsus* nesse estudo no Cerrado da Fazenda Campininha no município de Mogi Guaçu em São Paulo variaram entre um mínimo de 0,484 e um máximo de 0,815. Uma amplitude semelhante de valores de sobrevivência (0,45 – 0,90) foi estimada para uma população de *G. microtarsus* no Cerrado do município de Américo Brasiliense no estado de São Paulo (Martins *et al.*, 2006c). No nosso estudo, a sobrevivência *G. microtarsus* se mantém aproximadamente constante (0,484 – 0,514) entre os meses de dezembro e maio, aumentando a partir de junho e variando entre 0,579 e 0,815 entre os meses de junho e agosto. O período entre dezembro e março, com valores de sobrevivência menores, corresponde ao período reprodutivo, ao passo que o período entre junho e agosto, com valores de sobrevivência maiores, corresponde ao período não-reprodutivo de *G. microtarsus* (Martins *et al.*, 2006b). Martins *et al.* (2006c) também observaram valores mais elevados de sobrevivência no período pré-reprodutivo em *G. microtarsus* no Cerrado de Américo Brasiliense. Essa observação de Martins *et al.* (2006c), associada à observação de um decréscimo na sobrevivência no período pós-reprodutivo, demonstra que *G. microtarsus* se comporta, do ponto de vista demográfico, como semelparo parcial.

A semelparidade parcial, definida por (Boonstra, 2005), é a condição na qual a mortalidade após o primeiro acasalamento decresce gradativamente ao longo do tempo, com uma fração de machos sobrevivendo para uma segunda estação de acasalamento. As nossas estimativas de sobrevivência para *G. microtarsus* no Cerrado da Fazenda Campininha foram obtidas combinando dados para machos e fêmeas, pois as nossas amostras não permitiram calcular a estimativa desse parâmetro para os sexos em separado. Todavia, o padrão geral observado no qual valores menores e maiores de

sobrevivência estão associados, respectivamente, a períodos reprodutivo e não-reprodutivo parece indicar que a população de *G. microtarsus* no Cerrado da Fazenda Campininha também se comporta do ponto de vista demográfico como semalpara parcial. Naturalmente, estudos com tamanhos amostrais maiores e tomados em todos os meses do ano serão necessários para testar essa hipótese.

As estimativas de captura obtidas neste trabalho para *G. microtarsus*, variaram entre um mínimo de 0,38 e um máximo de 0,90. Os dados demonstraram que no mês de junho (2006) houve a maior probabilidade de captura sendo de 0,90, e dados muito próximos nos meses de janeiro (2006) e maio (2006), ambos com 0,85. A alta probabilidade de captura nesses meses pode ser interpretada como a aparição da coorte da estação reprodutiva anterior, composta por muitos indivíduos jovens não-reprodutivos. Dados semelhantes foram descritos no trabalho de Martins *et al.* (2006c), no qual a maioria dos indivíduos de *G. microtarsus* capturados na estação não-reprodutiva eram jovens, que substituíam gradualmente os seus genitores. Essa substituição pela coorte do ano anterior também foi observado para a espécie *Monodelphis dimidiata*, onde durante todo o verão, outono e no começo do inverno apenas indivíduos jovens foram capturados (Baladrón *et al.*, 2012). No trabalho de Leiner *et al.* (2008), indivíduos jovens de *Marmosops paulensis* também foram capturados nos mesmos meses, em uma área de Mata Atlântica. As taxas de captura para *G. microtarsus* também podem ser interpretadas pela alta sazonalidade do bioma Cerrado, que caracteriza o local de captura dos animais do estudo (Tolentino, 1967). A estação fria/seca no bioma Cerrado é caracterizada pela pequena quantidade de insetos, sendo esses a principal fonte de alimento para a espécie (Martins *et al.*, 2006a; Martins *et al.*, 2008). A pouca quantidade de alimento nessa estação, possivelmente faz com que os indivíduos de *G. microtarsus* se desloquem por maiores áreas, principalmente animais

jovens, que precisam estar bem nutridos para a próxima estação reprodutiva, onde a disputa por fêmeas é supostamente intensa para os machos da espécie (Fernandes *et al.*, 2010; Martins *et al.*, 2008; Martins *et al.*, 2006b).

Os dados que apresentam as menores probabilidades de captura correspondem aos meses de novembro e dezembro (2005), com respectivamente 0,38 e 0,58, e os meses de julho (2006) com estimativa de 0,61, e agosto (2006) com 0,57. Os meses de julho e agosto representam o meio da estação fria/seca e não-reprodutiva. Como descrito anteriormente, existe uma substituição de indivíduos adultos pela coorte do ano anterior, e essa pode ser uma explicação plausível para as baixas estimativas nesses meses (Martins *et al.*, 2006b; Martins *et al.*, 2006c).

As estimativas de captura em novembro e dezembro representam a estação quente/úmida, pós-reprodutiva e lactante para a espécie *G. microtarsus* (Martins *et al.*, 2006b). As fêmeas de marsupiais didelfídeos com filhotes presos às tetas não são facilmente amostradas em estudos com armadilhas (O'Connell, 1979; Nitikman & Mares, 1987), e essa pode ser outra explicação para a baixa estimativa de captura.

As estimativas de recaptura obtidas para os indivíduos de *G. microtarsus* na Fazenda Campininha não diferiram nos meses de maio, junho, julho e agosto (2006), variando entre 0,56 e 0,68. Os meses com maiores estimativas foram maio e junho (2006), com 0,63 e 0,68, respectivamente. As altas estimativas nesses meses podem ser interpretadas como uma resposta a sazonalidade da região de estudo, onde nos meses de baixa pluviosidade a oferta de alimentos é menor (Martins *et al.*, 2008; Araújo *et al.*, 2008), podendo causar um comportamento conhecido como “trap-happy” (acostumados), onde os indivíduos acostumam-se aos alimentos altamente atrativos que são oferecidos nas armadilhas de captura (Nichols *et al.*, 1984). Outro fator que pode explicar as altas estimativas nos meses mais frios e secos é a necessidade da espécie *G.*

microtarsus ter uma alimentação altamente nutritiva para estação reprodutiva (Fernandes *et al.*, 2010; Martins *et al.*, 2008), uma vez que nessa estação machos com maiores massas corporais tendem a ter vantagens reprodutivas, conquistando territórios maiores com uma maior oferta de fêmeas (Weckerly, 1998; Martins *et al.*, 2006b; Martins *et al.*, 2008). No nosso trabalho, 31 machos foram capturados, sendo que 18 eram jovens e 13 adultos.

As menores estimativas de recaptura para *G. microtarsus* foram obtidas nos meses de novembro, dezembro (2005) janeiro e março (2006), variando de 0,19 e 0,55. O período de lactação das fêmeas de *G. microtarsus* pode ter influenciado as baixas estimativas de recaptura, pois ela é descrita no trabalho de Martins *et al.* (2006c) para os meses de novembro e dezembro. As fêmeas de pequenos marsupiais com filhotes presos as tetas são raramente amostradas em trabalhos que utilizam armadilhas de captura (Tubellis, 2000; Loretto, 2006), desta forma sendo uma explicação plausível para as baixas estimativas de captura.

Em nosso trabalho, dos 20 indivíduos adultos capturados, apenas quatro machos foram recapturados após o mês de março (2006), sugerindo dessa forma que existe semelparidade parcial nessa população de *G. microtarsus*. As espécies *Marmosops paulensis*, *Marmosops incanus* e *Monodelphis dimidiata* demonstraram a mesma tendência após a estação reprodutiva (Leiner *et al.*, 2008; Lorini *et al.*, 1994; Baladrón *et al.*, 2012). As estimativas de recaptura apresentadas nesse trabalho, diferem do trabalho realizado por Martins *et al.* (2006c) em outro remanescente de cerrado em Américo Brasiliense, onde suas estimativas de recaptura não variaram significativamente entre a estação pré e pós-reprodutiva.

Nossos dados das estimativas de detecção (captura *p* e recaptura *c*) para a espécie *G. microtarsus* em todas as ocasiões de captura combinadas, demonstraram que a

probabilidade de captura é maior (0,64) que o valor médio da probabilidade de recaptura (0,47). A probabilidade de detecção de um animal pode ser heterogênea entre os indivíduos de uma população (Nichols *et al.*, 1984) e o uso de técnicas para estimar a população de animais em campo, como a captura-recaptura, pode levar a comportamentos indesejados da espécie de interesse (Williams *et al.*, 2002). Os animais podem exibir comportamentos como “trap-happy” e “trap-shy”, se os métodos forem mantidos constantemente (Chao & Huggins, 2005a; Nichols *et al.*, 1984). Animais marcados podem tornar-se tímidos (“trap-shy”) por causa da experiência ruim de serem capturados e assim evitam as armadilhas após a primeira captura (Nichols *et al.*, 1984). Por outro lado, alguns animais podem tornar-se “trap-happy” (acostumados), especialmente se nas armadilhas de captura são utilizadas iscas atrativas. O comportamento “trap-shy” (tímidos) pode contribuir para subestimar o tamanho da população, ao passo que o comportamento “trap-happy” pode contribuir para superestimar o tamanho da população de interesse (Williams *et al.*, 2002; Chao & Huggins, 2005a; Nichols *et al.*, 1984). Além disso, o comportamento de resposta às armadilhas de captura em pequenos mamíferos pode ser persistente durante longos períodos de tempo, inviabilizando o trabalho de campo (Chao & Huggins, 2005a; Pollock *et al.*, 1984). No nosso trabalho, os dados das estimativas de detecção combinados para captura e recaptura sugerem que a cuíca *G. microtarsus* parece ter uma resposta comportamental do tipo “trap-shy”, ressaltando a importância de termos utilizado o modelo robusto para estimar abundância na presença desse comportamento.

O tamanho populacional de *G. microtarsus* na área de cerrado da Fazenda Campininha mostrou-se mais elevado estatisticamente nos meses de maior pluviosidade. As estimativas nesses meses, novembro, dezembro (2005), janeiro e março (2006), variaram de 20 a 30. As estimativas nos meses de dezembro (2005) e

janeiro (2006) foram as mais altas com 24 e 31, respectivamente. Nossos dados para o maior tamanho populacional estimado para os meses mais quentes descritos no trabalho, sugerem uma forte influência da estação quente e úmida, onde a oferta de alimentos, principalmente insetos, é maior na região de estudo (Pinheiro *et al.*, 2002; Martins *et al.*, 2008) e é aquela que parece melhor favorecer a reprodução e o desenvolvimento de filhotes da cuíca *G. microtarsus* (Martins *et al.*, 2006a; Martins *et al.*, 2006b). Trabalhos que investigaram a reprodução dessa espécie na Floresta Atlântica também corroboram essa hipótese, demonstrando a preferência reprodutiva de *G. microtarsus* para os meses mais quentes e de maior pluviosidade do ano (Passamani, 2000; Tubelis, 2000). A alta estimativa do tamanho populacional no mês de dezembro (2005) pode também refletir a alta disponibilidade para captura de indivíduos jovens que acabaram de ser desmamados. Esse comportamento foi observado também por Martins *et al.* (2006c) em uma área próxima de cerrado no município de Américo Brasiliense, dessa forma reforçando nossa hipótese.

As baixas estimativas de tamanho populacional para *G. microtarsus* na área de estudo foram observadas no início da estação fria e seca da região de estudo. Os meses de maio, junho, julho e agosto exibiram estimativas que variaram entre 9 e 12. Os dados desses meses sugerem a troca da estrutura populacional da espécie *G. microtarsus*, onde os indivíduos que nasceram na estação reprodutiva anterior, substituem gradualmente seus genitores na população do ano seguinte (Martins *et al.*, 2006b; Martins *et al.*, 2006c). Em outras espécies de marsupiais, esse comportamento tem sido registrado (Bradley, 2003; Dickman & Braithwaite, 1992; Lorini *et al.*, 1994; Mills & Bencini, 2000; Pine *et al.*, 1985; Leiner *et al.*, 2008; Lorini *et al.*, 1994; Baladrón *et al.*, 2012) e descrito como semelparidade, quando todos os indivíduos de uma população se reproduzem apenas uma vez e morrem (Cole, 1954) ou semelparidade parcial, onde os indivíduos de uma

espécie se reproduzem uma vez e apenas alguns indivíduos estão disponíveis para uma segunda estação reprodutiva, fato descrito no trabalho de Martins *et al.* (2006c) e observado em nossos dados neste trabalho.

5. Conclusões

1. A probabilidade de sobrevivência de *G. microtarsus* variou entre um mínimo de 0,484 e um máximo de 0,815. Outros autores encontram valores de sobrevivência semelhantes aos deste trabalho para *G. microtarsus* em uma região diferente de Cerrado, sugerindo a semelhança parcial para a espécie.
2. Os dados das estimativas de detecção (captura p e recaptura c) para *G. microtarsus* em todas as ocasiões de captura combinadas, demonstraram que a probabilidade de captura é maior (0,64) que o valor médio da probabilidade de recaptura (0,47), indicando que os indivíduos se comportam com “trap-shy”.
3. O tamanho populacional de *G. microtarsus* na área de cerrado da Fazenda Campininha mostrou-se mais elevado estatisticamente nos meses de maior pluviosidade. As estimativas nesses meses, novembro, dezembro (2005), janeiro e março (2006), variaram de 20 a 30. As estimativas nos meses de dezembro (2005) e janeiro (2006) foram as mais altas com 24 e 31, respectivamente.
4. O maior tamanho populacional estimado para os meses mais quentes indica uma forte influência da estação quente e úmida, onde a oferta de alimentos, principalmente insetos, é maior na região de estudo e é aquela que parece melhor favorecer a reprodução e o desenvolvimento de filhotes da cuíca *G. microtarsus*.

6. Referências Bibliográficas

- Araujo, M. S. ; Martins, E. G. ; Cruz, L. D. ; Fernandes, F. R. ; Linhares, A. X. ; Reis, S. F. ; Guimarães, P. R. (2008). Nested diets: a novel pattern of individual-level resource use. *Oikos* 119:81–88.
- Baladrón, Alejandro V., Malizia, Ana I., Bó, María S., Liébana, María S., and Bechard, Marc J. (2013). Population dynamics of the southern short-tailed opossum (*Monodelphis dimidiata*) in the Pampas of Argentina. *Australian Journal of Zoology* 60:238–245.
- Boonstra, R. (2005). Equipped for life: the adaptive role of the stress axis in male mammals. *Journal of Mammalogy* 86:236–247.
- Bradley, A. J. (2003). Stress, hormones and mortality in small carnivorous marsupials. Pp. 250–263 in *Predators with pouches: the biology of carnivorous marsupials* (M. Jones, C. Dickman, and M. Archer, eds.). CSIRO Publishing, Melbourne, Australia.
- Cáceres, N.C & Monteiro-Filho, E. L.A. (2006). Os marsupiais do Brasil: biologia, ecologia e evolução. Ed. UFMS.
- Camargo, N.F; Cruz, R.M.S; Ribeiro, J.F & Vieira, E.M. (2011). Frugivoria e potencial dispersão de sementes pelo marsupial *Gracilinanus agilis* (Didelphidae: Didelphimorphia) em áreas de Cerrado no Brasil central. *Acta Botanica Brasilica* 25:646–656.
- Chao, A & Huggins, R. M. (2005a). Modern closed-population capture-recapture models. Pp 58-87 in Amstrup. S.C., McDonald, T.L. and Manly. B.F.J., eds. *Handbook of Capture-Recapture Analysis*. Princeton University Press.
- Clutton-Brock, T. H. (1988). 'Reproductive Success: Studies of Individual Variation in Contrasting Breeding Systems.' University of Chicago Press: Chicago.

- Cole, L. 1954. The population consequences of life history phenomena. *Quarterly Review of Biology* 29:103–137.
- Clutton-Brock, T. H. (1989). Mammalian mating systems. *Proceedings of the Royal Society of London. Series B, Biological Sciences* 236, 339–372. doi:10.1098/rspb.1989.0027.
- Cooch, E. & White, G. (2013). Program MARK: a gentle introduction. 11th Edition.
- Cormack, R. M. (1964). Estimates of survival from the sightings of marked animals. *Biometrika* 51:429–438.
- Costa, L.P., Leite, Y.L.R. & Patton, J.L. (2003). Phylogeography and systematic notes on two species of gracile mouse opossums, genus *Gracilinanus* (Marsupialia: Didelphidae) from Brazil. *Proceedings of the Biological Society of Washington* 116:275–292.
- Cowan, P.E (1990). Fruits, seeds, and flowers in the diet of brushtailed possums, *Trichosurus vulpeculata*, in lowland podocarp/mixed hardwood forest, Orongorongo Valley, New Zealand. *New Zealand Journal of Zoology* 17: 549-66.
- Dickman, C. R., & R. W. Braithwaite. (1992). Postmating mortality of males in the dasyurid marsupials, *Dasyurus* and *Parantechinus*. *Journal of Mammalogy* 73:143–147.
- Dungan, R.J; O’Cain, M.J; Lopez, M.L & Norton, D.A. (2002). Contribution by possums to seed rain and subsequent seed germination in successional vegetation, Canterbury, New Zealand. *New Zealand Journal of Ecology* 26:121–128.
- Eisenberg, J.F. & K.H. Redford. (1999). The New World Marsupials (Didelphimorphia, Paucituberculata, and Microbiotheria). In: *Mammals of the Neotropics*. Vol. 3. The University of Chicago Press, Chicago.
- Emmons, L. H. & F. Feer. (1997). *Neotropical Rainforest Mammals: a field guide*. (2nd Ed.). The University of Chicago Press., Chicago.

- Fernandes, F. R., Cruz, L. D., Martins, E. G. & dos Reis, S. F. (2010). Growth and home range size of the gracile mouse opossum *Gracilinanus microtarsus* (Marsupialia: Didelphidae) in Brazilian cerrado. *Journal of Tropical Ecology*.
- Fisher, D. O., and Blomberg, S. P. (2011). Costs of reproduction and terminal investment by females in a semelparous marsupial. *PLoS ONE* 6, e15226.doi:10.1371/journal.pone.0015226.
- Gardner, A. L. & G. K. Creighton. (1989). A new generic name for Tate's (1933) *Microtarsus* group of South American mouse opossums (Marsupialia: Didelphidae). *Proceedings of the Biological Society of Washington*, 102:3–7.
- Gardner, A. L. (2005). Order Didelphimorphia. 3–18. In Wilson, D. E. and D. A. M. Reeder, editors. eds. *Mammal Species of the World: A Taxonomic and Geographic Reference*, 3rd ed. Johns Hopkins University Press. Baltimore, Maryland.
- Grand, TI (1983). Body Weight: its Relationship to Tissue Composition, Segmental Distribution of Mass, and Motor Function III.* The Didelphidae of French Guyana. *Australian Journal of Zoology* 31:9–312.
- Huggins, R.M. (1989). On the statistical analysis of capture experiments. *Biometrika* 76:133–140.
- Jolly, G. M. (1965). Explicit estimates from capture-recapture data with both death and immigration: stochastic model. *Biometrika* 52:225–247.
- Lebreton, J.D., & R. Pradel. (2002). Multi-stratum recapture models: modeling incomplete individual histories. *Journal of Applied Statistics* 29:353–369.
- Leiner, N. O., Setz, E. Z. F., & Silva, W. R. (2008). Semelparity and factors affecting the reproductive activity of the Brazilian slender opossum (*Marmosops paulensis*) in southeastern Brazil. *Journal of Mammalogy* 89:153–158.

- Lessa, L.G. & Costa, F.N. (2009). Diet and seed dispersal by five marsupials (Didelphimorphia: Didelphidae) in a Brazilian cerrado reserve. *Mammalian Biology* 75:10–16.
- Loretto, D. (2006). Demografia e seleção de habitat de marsupiais arborícolas neotropicais com o uso de ninhos artificiais. 126 p. Dissertação (Mestrado em Ecologia) Universidade Federal do Rio de Janeiro. Rio de Janeiro.
- Lorini, Maria Lucia; Oliveira, J. A.; Persson, & Vanessa G. (1994). Annual age structure and reproductive patterns in *Marmosa incana* (Lund, 1841) (Didelphidae, Marsupialia). *Zeitschrift für Säugetierkunde*, v. 59, n. 2, p. 65-73.
- Martins, E.G. & Bonato, V. (2004). On the diet of *Gracilinanus microtarsus* (Marsupialia, Didelphidae) in an Atlantic rainforest fragment in southeastern Brazil. *Mammalian Biology* 69:58–60.
- Martins, E.G.; Bonato, V.; Pinheiro, H.P. & dos Reis, S.F. (2006a). Diet of the gracile mouse opossum (*Gracilinanus microtarsus*) (Didelphimorphia: Didelphidae) in a Brazilian cerrado: patterns of food consumption and intrapopulation variation. *Journal of Zoology* 269:21–28.
- Martins, E.G., Bonato, V., da Silva, C. Q., & dos Reis, S. F. (2006b). Seasonality in reproduction, age structure and density of the gracile mouse opossum *Gracilinanus microtarsus* (Marsupialia: Didelphidae) in a Brazilian cerrado. *Journal of Tropical Ecology* 22:461–468.
- Martins, E.G., Bonato, V., da Silva, C. Q., & dos Reis, S. F. (2006c). Partial semelparity in the neotropical didelphid marsupial *Gracilinanus microtarsus*. *Journal of Mammalogy* 87:915–920.

- Martins, E.G.; Araujo, M.S. Bonato, V. & dos Reis, S. F. (2008). Sex and season affect individual-level diet variation in the neotropical marsupial *Gracilinanus microtarsus* (Didelphidae). *Biotropica* 40:132–135.
- Medellín, R.A. (1994). Seed dispersal of *Cecropia obtusifolia* by two species of possums in the selva Lacadona, Chipas, México. *Biotropica* 26:400–407.
- McCullagh, P. & J. A. Nelder. (1989). Generalized Linear Models. Chapman & Hall, New York.
- Mills, H. R., & R. Bencini. (2000). New evidence for facultative male die-off in island populations of dibblers, *Parantechinus apicalis*. *Australian Journal of Zoology* 48:501–510.
- Nichols, J.D., K. H. Pollock, & J.E. Hines. (1984). The use of a robust capture-recapture design in small mammal population studies: a field example with *Microtus pennsylvanicus*. *Acta Theriologica* 29:357–365.
- Nitikiman, L.Z. & M.A Mares. (1987). Ecology of small mammals in a gallery forest of Central Brazil. *Annals of the Carnegie Museum* 56:75–95.
- Oakwood, M., A. J. Bradley, & A. Cockburn. (2001). Semelparity in a large marsupial. *Proceedings of the Royal Society of London Biological Sciences* 268:407–411.
- O’Connell, M.A. (1979). Ecology of didelphid marsupials from northern Venezuela. Pp. 73–87 in: Eisenberg (cd.): *Vertebrate ecology in the northern Neotropics*. Smithsonian Institution Press, Washington D.C.
- Passamani, M. (2000). Análise da comunidade de marsupiais em Mata Atlântica de Santa Teresa, Espírito Santo. *Boletim do Museu de Biologia Mello Leitão* 11/12:215–228.
- Pine, R. H., Dalby, P. L. & Matson, J. O. (1985). Ecology, postnatal development, morphometrics, and taxonomic status of the shorttailed opossum, *Monodelphis*

- dimidiata*, an apparently semelparous annual marsupial. *Annals of the Carnegie Museum* 54:195–231.
- Pinheiro, F., Diniz, I.R., Coelho, D. & Bandeira, M.P.S. (2002). Seasonal pattern of insect abundance in the Brazilian cerrado. *Austral Ecology* 27:132–136.
- Pollock, K. H., J. E. Hines, & J.D. Nichols. (1984). The use of auxiliary variables in capture-recapture and removal experiments. *Biometrics* 40:329–340.
- Pollock, K. H., J. D. Nichols, C. Brownie & J. E. Hines. (1990). Statistical inference for capture-recapture experiments. *Wildlife Monographs* 107:1–97.
- Rossi, R.V; Bianconi, G.V & Pedro, W.A. (2006). Ordem Didelphimorphia. Pp.27–66. In: Reis, N.R; Peracchi, A.L; Pedro, W.A & Lima, I.P (Eds.) Mamíferos do Brasil. Londrina, Imprensa da UEL.
- Seber, G.A.F. (1965). A note on the multiple recapture census. *Biometrika* 52:249–259.
- Tolentino, M. (1967). Estudo crítico sobre o clima da região de São Carlos. São Carlos: Prefeitura Municipal, 78p.
- Tubelis, D.P. (2000). Aspects of the breeding biology of the gracile mouse opossum *Gracilinanus microtarsus* in a second growth forest in southeastern Brazil. *Papéis Avulsos do Museu de Zoologia da USP*, 41: 172–185.
- Tyndale-Biscoe, C. H. and R. B. MacKenzie. (1976). Reproduction in *Didelphis marsupialis* and *D. albiventris* in Colombia. *Journal of Mammalogy* 55:249:255.
- Vieira E. M. & P. Izar. (1999). Interaction between aroids and arboreal mammals in the Brazilian Atlantic rainforest. *Plant Ecology* 145:75–82.
- Voss, R. S., D. P. Lunde, & S. A. Jansa. 2005. On the contents of *Gracilinanus* Gardner and Creighton, 1989, with the description of a previously unrecognized clade of small didelphid marsupials. *American Museum Novitates* 3482:1–34.

- Weckerly, F. (1998). Sexual-dimorphism: influence of body mass and mating systems in the most dimorphic mammals. *Journal of Mammalogy* 79:33–52.
- White, G. C. & K. P. Burnham. (1999). Program MARK: survival estimation from populations of marked animals. *Bird Study* 46:20–138.
- Williams, B. K., J. D. Nichols, & M. J. Conroy. (2002). Analysis and management of animal populations. Academic Press, San Diego, California.

