

UNIVERSIDADE DE BRASÍLIA  
INSTITUTO DE CIÊNCIAS BIOLÓGICAS

DINÂMICA POPULACIONAL DE ROEDORES EM  
UM CERRADO DO BRASIL CENTRAL.

Clarisse Rezende Rocha

Orientador: Prof. Dr. Jader Marinho Filho

Tese apresentada ao Programa de  
Pós-Graduação em Ecologia da  
Universidade de Brasília como parte  
dos requisitos para a obtenção do  
Título de Doutor em Ecologia.

Brasília, setembro de 2011



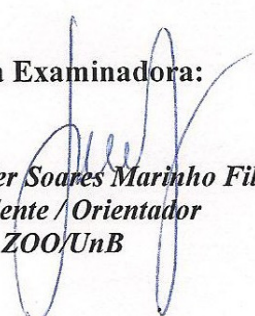
Tese de Doutorado


**Clarisse Rezende Rocha**

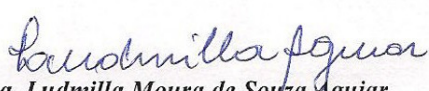
Título:

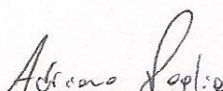
“Dinâmica populacional de roedores de um cerrado do Brasil Central”.


**Banca Examinadora:**

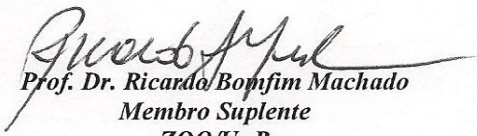
  
**Prof. Dr. Jader Soares Marinho Filho**  
*Presidente / Orientador*  
**ZOO/UnB**

  
**Prof. Dr. Emerson Monteiro Vieira**  
*Membro Titular*  
**ECL/UnB**

  
**Prof. Dra. Ludmilla Moura de Souza Aguiar**  
*Membro Titular*  
**ZOO/UnB**

  
**Prof. Dr. Adriano Pereira Paglia**  
*Membro Titular*  
**UFMG**

  
**Prof. Dr. Marcus Vinicius Vieira**  
*Membro Titular*  
**UFRJ**

  
**Prof. Dr. Ricardo Bomfim Machado**  
*Membro Suplente*  
**ZOO/UnB**

Brasília, 06 de setembro de 2011.

## **Agradecimentos**

Dedico esta tese todos aqueles que colaboraram com a realização deste trabalho. Em especial, agradeço:

Ao meu orientador, Prof. Dr. Jader Marinho Filho, pela orientação dos meus trabalhos acadêmicos desde minha graduação, pelo ensinamento como professor e pesquisador, por viabilizar a realização da pesquisa de campo, sempre confiando no trabalho realizado por mim e, ainda, por sua amizade e dedicação.

À Coordenação de Aperfeiçoamento de Pessoal de Nível Superior (CAPES) pela bolsa de Doutorado concedida.

À Universidade de Brasília, ao Programa de Pós-Graduação em Ecologia, aos Professores Dr. John Hay, Dra. Helena Castanheira e Dra. Ivone Diniz, Coordenadores do Programa, aos professores e funcionários dos Departamentos de Ecologia e Zoologia da UnB por todo apoio. À administração e funcionários da Estação Ecológica de Águas Emendadas (ESECAE).

Aos professores membros da Banca Examinadora, Dr. Adriano Paglia, Dr. Emerson Vieira, Dra. Ludmilla Aguiar, Dr. Marcus Vieira e Dr. Ricardo Machado, pela disponibilidade de participação e pelas sugestões, que foram de extrema importância para o aprimoramento do meu trabalho.

À Raquel Ribeiro, que me ensinou muito sobre os pequenos mamíferos, pelas indicações de referências bibliográficas e por toda amizade durante todos esses anos que trabalhamos juntas. Um agradecimento especial a todos que me auxiliaram na coleta dos dados durante as inúmeras madrugadas. Ao longo de tantos anos de trabalho (com certeza até esquecerei alguém) sem a ajuda e a paciência de vocês esse trabalho teria sido impossível de ser realizado: Leonardo Gomes, Marina Motta, Paulo Faiad, Diego Lindoso, Isabella Oliveira, Paulo Henrique, Igo Barreto, Leonardo Henriques, David Cho, Dênis Bonfim, Lorena Nunes e Ingrid Mattos.

Ao Frederico Takahashi que além de toda amizade, prestou ajuda fundamental, me orientando nas análises estatísticas e na discussão das mesmas, ao longo de toda minha pós-graduação.

Aos meus colegas de curso e de laboratório Samuel Astete, Fred Taka, Raymundo, Xexa, Raquel, Leo Gomes, Gabriel, Babi, Juliana Ribeiro, Leo Machado, Luane e Daniel Gressler por todos os encontros que tornaram minha permanência na UnB sempre mais

agradável. Não poderia deixar de agradecer aos gaúchos pelos churrascos, ao Samuel pelas comidas peruanas e ao Fred por dar um tempero as nossas reuniões.

Ao Alexandre Portella, simplesmente por tudo, colega de curso, amigo, companheiro, namorado, que esteve do meu lado em todos os momentos, dos melhores aos piores.

Por fim, mas não menos importante, aos meus pais a quem nunca poderei agradecer o que fizeram por mim. Dedico assim, minha dissertação à minha mãe pela paciência, dedicação, confiança, amor, pelas correções e sugestões para este trabalho, atuando como mãe, professora, coordenadora e orientadora. Ao meu pai, por toda sua dedicação e amor, sempre confiando em mim, me contando histórias que me fizeram ter amor a natureza e a todo o ambiente a nossa volta, também grande responsável por eu estar aqui. Aos meus queridos irmãos Daniel, Júlia e Maria Vitória. Agradeço também ao Antônio e à Elenice, que também sempre estiveram comigo e também sempre me apoiaram nesta profissão.

## Sumário

Agradecimentos.....	i
Sumário .....	iii
Sumário de Figuras.....	v
Sumário de Tabelas .....	viii
Sumário de Anexos .....	xi
Resumo.....	xiii
Abstract .....	xiv
Introdução Geral.....	1
Apresentação .....	5
Materiais e Métodos .....	6
Referências bibliográficas .....	12
1. Área de vida, deslocamento e sobreposição do uso do espaço por três espécies de roedores cricetídeos no Cerrado.....	20
1.1. Introdução.....	20
1.2. Materiais e Métodos .....	22
1.2.1. Área de Estudo .....	22
1.2.2. Captura dos Animais .....	22
1.2.3. Análise dos dados.....	22
1.3. Resultados.....	26
1.4. Discussão .....	35
1.5. Referências Bibliográficas.....	44
1.6. Anexos .....	48
2. Uso do microhabitat por três espécies de cricetídeos em um Cerrado do Brasil Central. 62	
2.1. Introdução.....	62
2.2. Materiais e Métodos .....	63
2.2.1. Área de Estudo .....	63
2.2.2. Captura dos Animais .....	63
2.2.3. Coleta de dados das variáveis ambientais .....	64
2.2.4. Análises estatísticas.....	64
2.3. Resultados.....	66
2.4. Discussão .....	68
2.5. Referências bibliográficas .....	72
3. Desenvolvimento e reprodução de roedores em um Cerrado do Brasil Central. ....	76
3.1. Introdução.....	76
3.2. Materiais e Métodos .....	77
3.2.1. Área de Estudo .....	77

3.2.2. Captura dos Animais .....	77
3.2.3. Criação dos animais em cativeiro.....	77
3.2.4. Análise dos dados.....	78
3.3. Resultados .....	80
3.4. Discussão.....	104
3.5. Referência Bibliográfica .....	112
4. Dinâmica populacional de três espécies de roedores em um Cerrado do Brasil Central. .....	118
4.1. Introdução.....	118
4.2. Metodologia .....	119
4.2.1. Área de Estudo .....	119
4.2.2. Captura dos animais .....	120
4.2.3. Análise dos dados.....	120
4.3. Resultados .....	122
4.4. Discussão.....	131
4.5. Referências Bibliográficas .....	138
4.6. Anexos.....	142

## Sumário de Figuras

Figura 1 - Localização da Estação Ecológica de Águas Emendadas (quadro ampliado), Planaltina, Distrito Federal, Brasil. ....	8
Figura 2 – Aspecto da vegetação da área de estudo onde foi estabelecida a grade 1, na Estação Ecológica de Águas Emendadas, Planaltina, Distrito Federal. ....	9
Figura 3 – Aspecto da vegetação da área de estudo onde grade 2 foi estabelecida, na Estação Ecológica de Águas Emendadas, Planaltina, Distrito Federal. ....	9
Figura 4 – Disposição e distância dos 100 pontos de armadilhagem em cada uma das grades. Círculos cinza e quadrados pretos representam o rodízio das armadilhas a cada três dias de coleta. ....	10
Figura 5 – Roedores cricetídeos, objetos do presente estudo, capturados na Estação Ecológica de Águas Emendadas (a) <i>Calomys tener</i> , (b) <i>Necromys lasiurus</i> e (c) <i>Thalpomys lasiotis</i> . ....	11
Figura 1.1 – Número de capturas por indivíduo pela área de vida estimada pelo do Mínimo Polígono Convexo para (a) machos e (b) fêmeas de <i>Calomys tener</i> , machos (c) e fêmeas (d) de <i>Necromys lasiurus</i> , e machos (e) e fêmeas (f) de <i>Thalpomys lasiotis</i> na ESECAE, de 2004 a 2009. ....	27
Figura 1.2 – Número de pontos de armadilhagem por mês na Estação Ecológica de Águas Emendadas de janeiro/2004 a dezembro/2009, onde foram registrados indivíduos solitários, sobreposições fêmea-fêmea (FF), macho-macho (MM), fêmea-macho (FM), fêmea-fêmea-macho, fêmea-macho-macho da espécie <i>Calomys tener</i> . ....	32
Figura 1.3 - Número de pontos de armadilhagem por mês na Estação Ecológica de Águas Emendadas de janeiro/2004 a dezembro/2009, onde foram registrados indivíduos solitários, sobreposições fêmea-fêmea (FF), macho-macho (MM), fêmea-macho (FM), fêmea-fêmea-macho, fêmea-macho-macho da espécie <i>Necromys lasiurus</i> . ....	33
Figura 1.4 - Número de pontos de armadilhagem por mês na Estação Ecológica de Águas Emendadas de janeiro/2004 a dezembro/2009, onde foram registrados indivíduos solitários, sobreposições fêmea-fêmea (FF), macho-macho (MM), fêmea-macho (FM), fêmea-fêmea-macho, fêmea-macho-macho da espécie <i>Thalpomys lasiotis</i> . ....	33
Figura 2.1 – Biplot da Análise de Redundância. RDA1 – primeira variável canônica (0,54/0,080 x “Inertia/Eigenvalues”); RDA2 – segunda variável canônica (0,54/0,008). As setas são as variáveis ambientais: Gramíneas - porcentagem de cobertura de gramíneas; Murundus – número de murundus; Árvores – número de árvores; Cupinzeiros – número de cupinzeiros; Tocas – número de tocas de tatu ativas; e as espécies: <i>C. tener</i> – <i>Calomys tener</i> ; <i>T. lasiotis</i> – <i>Thalpomys lasiotis</i> ; <i>N. lasiurus</i> – <i>Necromys lasiurus</i> . Os pontos de captura não estão representados e sim o centro de abundância <i>abundance centers</i> das três espécies de cricetídeos na Estação Ecológica de Águas Emendadas. ....	67
Figura 3.1 – Número de indivíduos jovens, adultos e sub-adultos de <i>Calomys tener</i> registrados mensalmente, entre 2004 e 2009 na Estação Ecológica de Águas Emendadas. ....	81

Figura 3.2 – Período de permanência de machos e fêmeas jovens de <i>Calomys tener</i> na grade estudo na Estação Ecológica de Águas Emendadas, de 2004 a 2009.....	82
Figura 3.3 - Número de indivíduos jovens, adultos e sub-adultos de <i>Necromys lasiurus</i> registrados mensalmente, entre 2004 e 2009 na Estação ecológica de Águas Emendadas.....	83
Figura 3.4 - Período de permanência de machos e fêmeas jovens de <i>Necromys lasiurus</i> na grade estudo na Estação Ecológica de Águas Emendadas, de 2004 a 2009. ....	84
Figura 3.5 - Número de indivíduos jovens e adultos de <i>Thalpomys lasiotis</i> registrados mensalmente, entre 2004 e 2009 na Estação Ecológica de Águas Emendadas. ....	85
Figura 3.6 - Período de permanência de machos e fêmeas jovens de <i>Thalpomys lasiotis</i> na grade estudo na Estação Ecológica de Águas Emendadas, de 2004 a 2009. ....	86
Figura 3.7 - Tempo de permanência, em dias, de machos e fêmeas de (a) <i>Calomys tener</i> , (b) <i>Necromys lasiurus</i> e (c) <i>Thalpomys lasiotis</i> nas grades de estudo na Estação Ecológica de Águas Emendadas, de 2004 a 2009.....	87
Figura 3.8 – Filhotes de <i>Calomys tener</i> nascidos e criados no laboratório de Mastozoologia, Departamento de Zoologia, UnB, em 2009. As fêmeas grávidas foram capturadas no campo: (a, b) 1º dia de vida, (c) 3º dia, (d) 5º dia, (e, f) 7º dia, (g) 18º dia e (h) 20º dia ao lado da mãe (indicada com a seta vermelha). ....	89
Figura 3.9 – Curva de crescimento dos filhotes (massa corporal média (g)) de <i>Calomys tener</i> criados em cativeiro no laboratório de Mastozoologia, Departamento de Zoologia, UnB, em 2009.....	90
Figura 3.10 – Tamanho corporal (mm) em relação a massa corporal (g) dos filhotes machos (a) e fêmeas (b) de <i>Calomys tener</i> nascidos em cativeiro. ....	90
Figura 3.11 – Filhotes de <i>Necromys lasiurus</i> nascidos e criados no laboratório no laboratório de Mastozoologia, Departamento de Zoologia, UnB, em 2009, no (a, b) 1º dia de vida, (c, d) 6º dia (e) 12º dia, (g) e no 19º dia de vida. ....	91
Figura 3.12 - – Curva de crescimento dos filhotes (massa corporal média (g)) de <i>Necromys lasiurus</i> criados em cativeiro no laboratório de Mastozoologia, Departamento de Zoologia, UnB, em 2009. ....	92
Figura 3.13 - Tamanho corporal (mm) em relação a massa corporal (g) dos filhotes machos (a) e fêmeas (b) de <i>Necromys lasiurus</i> nascidos em cativeiro.....	92
Figura 3.14 – Relação entre tamanho corporal (mm) e massa corporal (g) de (a) fêmeas e (b) machos de <i>Calomys tener</i> (c) fêmeas e (d) machos de <i>N. lasiurus</i> (e) fêmeas e (f) machos de <i>T. lasiotis</i> , durante o estudo realizado na Estação Ecológica de Águas Emendadas, Planaltina, DF, entre 2004 e 2009. ....	94
Figura 3.15 - Ganho de massa corporal mensal (gramas/mês) de <i>Necromys lasiurus</i> em quatro categorias de massa corporal durante o estudo realizado na Estação Ecológica de Águas Emendadas, Brasília, DF, entre 2004 e 2009. ....	97



Figura 3.16 – Ganho de massa corporal mensal (gramas/mês) de <i>Thalpomys lasiotis</i> na Estação Ecológica de Águas Emendadas, Brasília, DF, entre 2004 e 2009, em quatro categorias de massa corporal, sendo que nas duas primeiras categorias os indivíduos foram considerados jovens e nas duas subsequentes considerados como adultos.....	98
Figura 3.17 – Número de registros de fêmeas reprodutivas e não reprodutivas de <i>Calomys tener</i> , durante o estudo realizado entre 2004 e 2009 na Estação Ecológica de Águas Emendadas. Brasília, DF. ....	101
Figura 3.18 - Número de fêmeas reprodutivas e não reprodutivas de <i>Necromys lasiurus</i> , registradas entre 2004 e 2009 na Estação ecológica de Águas Emendadas, Brasil, DF. ....	102
Figura 3.19 - Número de fêmeas reprodutivas e não reprodutivas de <i>Thalpomys lasiotis</i> , durante os seis anos de estudo (2004-2009) na Estação ecológica de Águas Emendadas, Brasília, DF. ....	103
Figura 4.1 - Densidade (ind/ha) de <i>Calomys tener</i> calculada utilizando modelo de Delineamento Robusto (MARK) na Estação Ecológica de Águas Emendadas, nas duas grades de estudo e a precipitação medida na Estação Climática Principal de Brasília (Imnet) de 2004 a 2009.....	124
Figura 4.2 - Densidade (ind/ha) de <i>Necromys lasiurus</i> calculada utilizando modelo de Delineamento Robusto (MARK) na Estação Ecológica de Águas Emendadas, nas duas grades de estudo e precipitação medida na Estação Climática Principal de Brasília (Imnet) de 2004 a 2009.....	126
Figura 4.3 - Densidade (ind/ha) de <i>T. lasiotis</i> calculada utilizando modelo de Delineamento Robusto (MARK) na Estação Ecológica de Águas Emendadas, nas duas grades de estudo e precipitação medida na Estação Climática Principal de Brasília (Imnet) de 2004 a 2009.....	128

## Sumário de Tabelas

Tabela 1– Classificação do estágio de desenvolvimento de acordo com a massa corporal para as três espécies estudadas. ....	11
Tabela 1-I - Valor de F (regressão), graus de liberdade (gl), $r^2$ e valor de p calculado para verificar a relação entre o número de vezes que o animal foi capturado e o tamanho da área de vida estimada, para machos (M) e fêmeas (F) de <i>Calomys tener</i> , <i>Necromys lasiurus</i> e <i>Thalpomys lasiotis</i> na Estação Ecológica de Águas Emendadas, de 2004 a 2009. ....	26
Tabela 1-II - Valor de F, graus de liberdade (gl), $r^2$ e valor de p calculado pela regressão entre o tamanho da área de vida e o número de meses em que o animal foi capturado, para machos (M) e fêmeas (F) de <i>Calomys tener</i> , <i>Necromys lasiurus</i> e <i>Thalpomys lasiotis</i> na Estação Ecológica de Águas Emendadas, de 2004 a 2009. ....	28
Tabela 1-III - Área de vida (AV) máxima, mínima e média ( $m^2$ ), calculada para as três espécies de roedores estudadas na Estação Ecológica de Águas Emendadas, entre 2004 e 2009. ....	28
Tabela 1-IV – Porcentagem da grade ( $18.225 m^2$ ) preenchida pela área de vida máxima e média das três espécies de roedores estudadas na Estação Ecológica de Águas Emendadas, entre 2004 e 2009. ....	29
Tabela 1-V – Média da porcentagem da área de vida sobreposta calculada pelo método do Mínimo Polígono Convexo entre os indivíduos que apresentaram sobreposição de área para as três espécies estudadas, durante o estudo realizado de 2004 a 2009, na Estação Ecológica de Águas Emendadas. ....	30
Tabela 1-VI - Valor estimado para distância máxima percorrida (DM), erro padrão, graus de liberdade (gl), valor de t e de p encontrados para o modelo selecionado para explicar a variação na distância percorrida entre as três espécies estudadas. ....	30
Tabela 1-VII – Distância de movimento (MD) máxima, mínima e média (em metros), calculada para as três espécies de roedores estudadas na Estação Ecológica de Águas Emendadas, entre 2004 e 2009. ....	30
Tabela 1-VIII – Modelo selecionado para explicar a variação na área de vida de cada espécie, valor de t, e valor de p. ....	31
Tabela 1-IX – Valor médio estimado para distância percorrida (DM) por <i>Necromys lasiurus</i> , erro padrão, valor de t e valor de p encontrado para o modelo selecionado (DM ~ sexo). ....	31
Tabela 1-X - Valor médio estimado para distância percorrida (DM) por <i>Thalpomys lasiotis</i> , erro padrão, valor de t e valor de p encontrado para o modelo selecionado (DM ~ sexo + abundância + ncap). ....	32
Tabela 1-XI – Número de pontos onde foram capturados animais solitários e pontos onde foram capturados mais de um indivíduo (F = fêmeas; M = machos), na Estação Ecológica de Águas Emendadas, de 2004 a 2009. ....	32

Tabela 1-XII – Modelo selecionado para cada uma das sobreposições registradas e onde foram encontrados animais sem sobreposição, valor de Z, valor de p e proporção da variação explicada (VE), encontrada para as três espécies estudadas. ....	34
Tabela 1-XIII – Ambiente em que o estudo foi realizado, tamanho da área de vida em m <sup>2</sup> (AV) estimada pelo Mínimo Polígono Convexo, número mínimo de sessões de armadilhagem e de capturas do indivíduo (sessões/capturas), período em que o estudo foi realizado, tamanho da grade de estudo e referência bibliográfica.....	37
Tabela 3-I - Média da massa corporal (em gramas) de indivíduos machos e fêmeas, reprodutivos e não reprodutivos de <i>Calomys tener</i> nas estações seca e chuvosa, durante o estudo realizado entre 2004 e 2009 na Estação Ecológica de Águas Emendadas, Brasília, DF. ....	94
Tabela 3-II – Modelo selecionado (massa ~ sexo + reprodução + estação + sexo:reprodução) com as estimativas média de massa corporal, valor de t e valor de p para cada uma das variáveis para a espécie <i>Calomys tener</i> durante o estudo realizado na Estação Ecológica de Águas Emendadas, Brasília, DF, entre 2004 e 2009. ....	95
Tabela 3-III - Média da massa corporal (em gramas) dos indivíduos machos e fêmeas, reprodutivos e não reprodutivos de <i>Necomys lasiurus</i> nas estações seca e chuvosa, durante o estudo realizado entre 2004 e 2009 na Estação Ecológica de Águas Emendadas, Brasília, DF. ....	96
Tabela 3-IV – Modelo selecionado (massa ~ sexo + reprodução + estação) com as estimativas média de massa corporal, valor de t e valor de p para cada uma das variáveis para a espécie <i>Necomys lasiurus</i> durante o estudo realizado na Estação Ecológica de Águas Emendadas, Brasília, DF, entre 2004 e 2009.....	96
Tabela 3-V - Média da massa corporal em gramas (g) dos indivíduos machos e fêmeas, reprodutivos e não reprodutivos de <i>Thalpomys lasiotis</i> e nas estações seca e chuvosa, durante o estudo realizado entre 2004 e 2009 na Estação Ecológica de Águas Emendadas, Brasília, DF.....	97
Tabela 3-VI - Modelo selecionado (massa ~ sexo + reprodução + estação) com as estimativas média de massa corporal, valor de t e valor de p para cada uma das variáveis para a espécie <i>Thalpomys lasiotis</i> durante o estudo realizado na Estação Ecológica de Águas Emendadas entre 2004 e 2009. ....	98
Tabela 3-VII – Porcentagem de fêmeas reprodutivas de <i>Calomys tener</i> durante as estações seca e chuvosa na Estação Ecológica de Águas Emendadas, Brasília, DF, entre os anos de 2004 e 2009.....	99
Tabela 3-VIII - Porcentagem de fêmeas reprodutivas de <i>Necomys lasiurus</i> registrada durante as estações seca e chuvosa na Estação Ecológica de Águas Emendadas, Brasília, DF, entre 2004 e 2009. ....	100
Tabela 3-IX – Porcentagem de fêmeas reprodutivas de <i>Thalpomys lasiotis</i> registrada durante as estações seca e chuvosa, na Estação Ecológica de Águas Emendadas, Brasília, DF, de 2004 a 2009.....	100

Tabela 4-I - Média da densidade (ind/ha) de <i>C. tener</i> registrada na Estação Ecológica de Águas Emendadas entre 2004 e 2009, calculada através do Delineamento robusto entre as estações seca e chuvosa. ....	123
Tabela 4-II – Média da densidade (ind/ha) de <i>N. lasiurus</i> registrada na Estação Ecológica de Águas Emendadas entre 2004 e 2009, calculada através do MNKA entre as estações seca e chuvosa.....	125
Tabela 4-III - Média da densidade (ind/ha) de <i>Thalpomys lasiotis</i> registrada na Estação Ecológica de Águas Emendadas entre 2004 e 2009, calculada através do MNKA entre as estações seca e chuvosa.....	127
Tabela 4-IV - Modelos selecionados entre aqueles candidatos por Cormack-Jolly-Seber para sobrevivência aparente ( $\phi$ ) e probabilidade de recaptura ( $p$ ) da espécie <i>Calomys tener</i> ; valor de Critério de Informação de Akaike (QAICc); delta QAICc ( $\Delta$ QAICc); Peso de QAICc (P QAICc), razão de verossimilhança (RV) e número de parâmetros ( $N^\circ$ par), sendo estações do ano (est), precipitação (prec), ano e constante (.) e valor de desviância.....	129
Tabela 4-V - Estimativa de sobrevivência aparente ( $\phi$ ) entre as estações seca e chuvosa e entre o ano de 2004 e 2009 para a espécie <i>Calomys tener</i> , na Estação Ecológica de Águas Emendadas. ....	129
Tabela 4-VI - Estimativa de sobrevivência aparente ( $\phi$ ) entre as estações seca e chuvosa e entre os anos de 2004 a 2009 para a espécie <i>Necromys lasiurus</i> , na Estação Ecológica de Águas Emendadas. ....	130
Tabela 4-VII – Modelos selecionados entre aqueles candidatos por Cormack-Jolly-Seber para sobrevivência aparente ( $\phi$ ) e probabilidade de recaptura ( $p$ ) da espécie <i>Thalpomys lasiotis</i> , valor de Critério de Informação de Akaike (QAICc), delta QAICc ( $\Delta$ QAICc), Peso de QAICc (P QAICc), razão de verossimilhança (RV), número de parâmetros (Par), sendo estas estações do ano (est), precipitação (prec), ano e constante (.) e valor de desviância (Desv).. ....	130
Tabela 4-VIII – Estimativa de sobrevivência aparente entre as estações seca e chuvosa e entre o ano de 2004 e 2009 para a espécie <i>Thalpomys lasiotis</i> , na Estação Ecológica de Águas Emendadas. ....	130
Tabela 4-IX – Estimativas de densidade de <i>N. lasiurus</i> em diversos estudos realizados em áreas de campo no bioma Cerrado. ....	135

## Sumário de Anexos

Anexo 1-1 - Seleção de modelos realizada através do valor de Critério de Informação de Akaike (AIC) para selecionar o modelo global a ser utilizado para verificar se existe variação na distância movida pelas três espécies. ....	48
Anexo 1-2 – Modelos, grau de liberdade (gl) e valor de Critério de Informação de Akaike (AIC) para verificar padrões de autocorrelação temporal nas distâncias de movimento (DM) por meio da comparação da qualidade do ajuste do modelo inicial ajustado para modelos com fatores fixos (Mínimos Quadrados Generalizados (GLS)) e por modelos mistos lineares (LMM), que consideram o período de coleta como variáveis aleatórias para <i>Calomys tener</i> . 48	
Anexo 1-3- Modelos, grau de liberdade (gl) e valor de Critério de Informação de Akaike (AIC) para verificar padrões de autocorrelação temporal nas distâncias de movimento (DM) por meio da comparação da qualidade do ajuste do modelo inicial ajustado para modelos com fatores fixos (Mínimos Quadrados Generalizados (GLS)) por modelos mistos lineares (LMM), que consideram o período de coleta como variáveis aleatórias para <i>Necomys lasiurus</i> . ....	49
Anexo 1-4 - Modelos, grau de liberdade (gl) e valor de Critério de Informação de Akaike (AIC) para verificar padrões de autocorrelação temporal nas distâncias de movimento (DM) por meio da comparação da qualidade do ajuste do modelo inicial ajustado para modelos com fatores fixos (Mínimos Quadrados Generalizados (GLS)) por modelos mistos lineares (LMM), que consideram o período de coleta como variáveis aleatórias para <i>Thalpomys lasiotis</i> . ....	50
Anexo 1-5 – Descrição dos modelos, modelos testados, razão de verossimilhança (RV) e valor de p para determinar se as variáveis sexo, reprodução, estações do ano, massa corporal, abundância da espécie na grade, precipitação e número de capturas são significativas para a variação na distância percorrida pela espécie <i>Calomys tener</i> . ....	51
Anexo 1-6 - Descrição dos modelos, modelos testados, razão de verossimilhança (RV) e valor de p para determinar se as variáveis sexo, reprodução, estações do ano, massa corporal, abundância da espécie na grade, precipitação e número de capturas são significativas para a variação na distância percorrida pela espécie <i>Necomys lasiurus</i> . ....	52
Anexo 1-7- Valor estimado, erro padrão, valor de t e valor de p encontrado para o modelo selecionado para <i>Necomys lasiurus</i> (gls(md ~ sexo + abund)) para verificar se as duas variáveis selecionadas, “sexo” e “abundância”, são significativas para o modelo. ....	54
Anexo 1-8 - Descrição dos modelos, modelos testados, razão de verossimilhança (RV) e valor de p para determinar se as variáveis sexo, reprodução, estações do ano, massa corporal, abundância da espécie na grade, precipitação e número de capturas são significativas para a variação na distância percorrida pela espécie <i>Thalpomys lasiotis</i> . ....	54
Anexo 1-9 – Seleção de modelos realizada comparando a diferença na desviância com a distribuição de qui quadrado com um grau de liberdade, para determinar se as variáveis proporção de fêmeas reprodutivas, proporção de machos reprodutivos, número de fêmeas e número de machos são significativas para a variação na sobreposição de área da espécie <i>Calomys tener</i> . ....	56
Anexo 1-10 – Modelo selecionado para 1. Sobreposição fêmea-fêmea, 2. Sobreposição macho-macho, 3. Sobreposição fêmea-macho e 4. para os indivíduos encontrados solitários para <i>Calomys tener</i> . ....	57

Anexo 1-11 - Seleção de modelos realizada comparando a diferença na desviância com a distribuição de qui quadrado com um grau de liberdade, para determinar se as variáveis proporção de fêmeas reprodutivas, proporção de machos reprodutivos, número de fêmeas e número de machos são significativas para a variação na sobreposição de área da espécie <i>Necomys lasiurus</i> .	58
Anexo 1-12 - Modelo selecionado para 1. Sobreposição fêmea-fêmea, 2. Sobreposição macho-macho, 3. Sobreposição fêmea-macho e 4. para os indivíduos encontrados solitários para <i>Necomys lasiurus</i> .	59
Anexo 1-13 - Seleção de modelos realizada comparando a diferença na desviância com a distribuição de qui quadrado com um grau de liberdade, para determinar se as variáveis proporção de fêmeas reprodutivas, proporção de machos reprodutivos, número de fêmeas e número de machos são significativas para a variação na sobreposição de área da espécie <i>Thalpomys lasiotis</i> .	60
Anexo 1-14 - Modelo selecionado para 1. Sobreposição fêmea-fêmea, 2. Sobreposição macho-macho, 3. Sobreposição fêmea-macho e 4. para os indivíduos encontrados solitários para <i>Thalpomys lasiotis</i> .	61
Anexo 3-1 – Descrição dos modelos da massa corporal de <i>Calomys tener</i> , modelos testados, razão de verossimilhança (RV) e valor de p para as variáveis de sexo, reprodução, estações do ano, para o estudo realizado entre 2004 e 2009 na Estação Ecológica de Águas Emendadas, Brasília, Distrito Federal.	116
Anexo 3-2 - Descrição dos modelos para massa corporal da espécie <i>Necomys lasiurus</i> , modelos testados, razão de verossimilhança (RV) e valor de p as variáveis de sexo, reprodução, estações do ano, para o estudo realizado entre 2004 e 2009 na Estação Ecológica de Águas Emendadas, Brasília, Distrito Federal.	116
Anexo 3-3 - Descrição dos modelos da massa corporal de <i>Thalpomys lasiotis</i> , modelos testados, razão de verossimilhança (RV) e valor de p as variáveis sexo, reprodução, estações do ano, para o estudo realizado entre 2004 e 2009 na Estação Ecológica de Águas Emendadas, Brasília, Distrito Federal.	117
Anexo 4-1 - Modelos candidatos por Cormack-Jolly-Seber para sobrevivência aparente ( $\phi$ ) e probabilidade de recaptura ( $p$ ) da espécie <i>Calomys tener</i> , valor de Akaike Information Criterion (QAICc), delta QAICc ( $\Delta$ QAICc), razão de verossimilhança (RV), número de parâmetros ( $N^\circ$ par), sendo estes estações do ano (est), precipitação (precip), ano e constante (.) e valor de desviância (Desv).	142
Anexo 4-2 - Modelos candidatos por Cormack-Jolly-Seber para sobrevivência aparente ( $\phi$ ) e probabilidade de recaptura ( $p$ ) da espécie <i>Necomys lasiurus</i> , valor de Akaike Information Criterion (QAICc), delta QAICc ( $\Delta$ QAICc), peso de QAICc (P QAICc), razão de verossimilhança (RV), número de parâmetros ( $N^\circ$ par), sendo estes estações do ano (est), precipitação (precip), ano e constante (.) e valor de desviância (Desv).	143
Anexo 4-3 - Modelos candidatos por Cormack-Jolly-Seber para sobrevivência aparente ( $\phi$ ) e probabilidade de recaptura ( $p$ ) da espécie <i>Thalpomys lasiotis</i> , valor de Akaike Information Criterion (QAICc), delta QAICc ( $\Delta$ QAICc), peso de QAICc (P QAICc), razão de verossimilhança (RV), número de parâmetros ( $N^\circ$ par), sendo estes estações do ano (est), precipitação (precip), ano e constante (.) e valor de desviância (Desv).	144

## Resumo

A estrutura de uma população é determinada por fatores como densidade, distribuição de indivíduos no habitat, proporções de indivíduos em diferentes classes etárias, razão sexual, área de vida e comportamento. Esse estudo teve como objetivo caracterizar os parâmetros populacionais e os fatores que afetam as variações nas densidades de roedores no Cerrado (Myomorpha, Muroidea, Cricetidae). O estudo foi realizado em áreas de campo na Estação Ecológica de Águas Emendadas, Planaltina, DF, entre 2004 e 2009. Duas grades foram montadas em áreas de campo, onde foram colocadas mensalmente 50 armadilhas do tipo Sherman durante seis noites consecutivas.

O tamanho da área de vida dos roedores foi diferente entre os sexos, mas não foi relacionada à reprodução, estações do ano e massa corporal. A abundância da espécie *Thalpomys lasiotis* influenciou no tamanho da área de vida dos indivíduos. Entretanto, a sobreposição dos indivíduos das três espécies foi influenciada pela abundância. A sobreposição foi maior entre indivíduos machos do que entre as fêmeas.

As variáveis ambientais explicaram 21% da composição da comunidade. A variação no adensamento de gramíneas e no número de cupinzeiros e murundus foram as variáveis que mais influenciaram as populações destes roedores. *Necromys lasiurus* ocorreu em ambientes com maior adensamento de gramíneas, enquanto as espécies *T. lasiotis* e *Calomys tener* ocorreram nos ambientes com o menor adensamento de gramíneas.

Para as espécies *C. tener* e *T. lasiotis* a estação seca foi o período de maior recrutamento de jovens. Os jovens de *N. lasiurus* foram encontrados durante todo ano. A menor massa corporal encontrada para os roedores na estação seca foi atribuída a fatores biológicos como idade dos indivíduos e fatores ambientais, como a menor oferta de recursos durante esta estação. Em geral, os roedores destas áreas de campo, apresentaram reprodução sazonal, com maiores picos na estação chuvosa.

*Calomys tener* e *T. lasiotis* apresentaram padrões sazonais, com variação no tamanho da população entre as estações seca e chuvosa. A variação anual também foi importante na abundância para duas das três espécies estudadas. *Necromys lasiurus* apresentou flutuações, em média, bianuais e *T. lasiotis* apresentou declínio nas densidades populacionais ao longo dos seis anos de estudo.

## Abstract

The structure of a population is determined by factors such as density, distribution of individuals in the habitat, proportions of individuals in different age groups, sex ratio, home range and behavior. This study intended to characterize the factors and their determinants affecting the variation of three cricetid rodent population density in the Brazilian cerrado. This study was conducted in two grassland areas at the Estação Ecológica de Águas Emendadas in the Distrito Federal, Brazil, from 2004 to 2009. Fifty Sherman traps were monthly baited during six consecutive nights at each grid.

The size of rodents' home range differed between sexes, but it was not related to reproduction, seasons or body masses. The abundance of *Thalpomys lasiotis* influenced the home range size of that species. However, abundance influenced overlapping for the three species individual. Male overlapping was higher than females'.

The environmental variables explained 21% of the community composition. The variation in grasses density and in the number of "termite mounds" and "murundus" were the variables that most influenced the rodents' populations. *Necromys lasiurus* occurred in places with higher density of grasses, while *T. lasiotis* and *Calomys tener* occurred in environments with lower density of grasses.

The dry season was the period of increased recruitment of juveniles of *C. tener* and *T. lasiotis*. *Necromys lasiurus* juveniles were found throughout the year. Their lower body mass in the dry season was attributed to biological factors such as age of individuals and environmental factors such as the lower supply of resources during the season. In general, the grassland rodents, showed seasonal reproduction, with higher peaks in the rainy season.

*Calomys tener* and *T. lasiotis* showed distinct seasonal variation in population size between the dry and rain seasons. The abundance annual variation was also important for two of the three species. *Necromys lasiurus* showed population fluctuations, on average, every two years and *T. lasiurus* presented a decline in population densities over the six years of the study.



## Introdução Geral

O bioma Cerrado, o segundo maior bioma brasileiro, correspondente a 22% do território nacional com 2 milhões de km<sup>2</sup>. Abrange os estados de Mato Grosso, Mato Grosso do Sul, Rondônia, Goiás, Tocantins, Maranhão, Piauí, Bahia, Minas Gerais, São Paulo e Distrito Federal (Oliveira-Filho & Ratter, 2002). Caracteriza-se pela presença de invernos secos e verões chuvosos, tendo uma média anual de precipitação de 1500 mm. As chuvas concentram-se entre outubro e março (Ribeiro & Walter, 2001). O Cerrado é considerado um *hotspot* por seu alto grau de endemismo e pela grande perda de habitat que vem sofrendo, o que o coloca em foco nas ações prioritárias de conservação (Myers *et al.*, 2000).

O Brasil é o país com a maior riqueza de espécies de mamíferos, com um total de 652 espécies registradas, o que representa 13% das espécies da mastofauna descrita no mundo (Reis *et al.*, 2006). A maior riqueza de espécies desses animais ocorre na Floresta Amazônica, seguida pela Mata Atlântica e Cerrado (Marinho-Filho *et al.*, 2002). Nesse último bioma, composto por uma vegetação savânica, mas que inclui desde formações florestais como matas de galeria e cerradões, savanas típicas como o cerrado *sensu stricto*, até formações campestres como campos sujo e limpo (Eiten, 1994), há registros de 221 espécies de mamíferos (adaptado de Marinho-Filho *et al.*, 2002; Aguiar & Machado, 2010; Ribeiro *et al.*, 2010). A mastofauna é composta principalmente pelos pequenos mamíferos, sendo os grupos com maior riqueza os roedores (51 espécies) (Marinho-Filho *et al.*, 2002) e os morcegos (108 espécies) (Aguiar & Machado, 2010). Estes dois grupos são ecologicamente importantes, tanto em riqueza, quanto em abundância e distribuição geográfica de espécies (Delany, 1974). Ambos podem atuar como dispersores de sementes e pólen (Reis *et al.*, 2006; Reis *et al.*, 2007; Fabián *et al.*, 2008). Os roedores também são parte importante das cadeias alimentares, servindo como presas para muitas espécies de vertebrados de diversos grupos (Bueno & Motta-Junior, 2006; Magrini & Facure, 2008; Rocha *et al.*, 2008).

Esse estudo é relativo aos parâmetros populacionais de três espécies de Cricetidae (Myomorpha, Muroidea), maior família de mamíferos, com 681 espécies descritas, em 130 gêneros e seis subfamílias (Wilson & Reeder, 2005). O gênero *Calomys* (= *Hesperomys* Waterhouse, 1839), que pertence à subfamília Sigmodontinae e a tribo Phyllotini, é composto por 12 espécies mais *C. aff. callosus*, e destas, seis ocorrem no Brasil (Wilson & Reeder, 2005; Bonvicino *et al.*, 2008; Bonvicino *et al.*, 2010). *Calomys tener* (Winge, 1887), cuja localidade tipo é Lagoa Santa, Minas Gerais, ocorre no Brasil, Argentina e Bolívia, mas ainda necessita ter os limites de distribuição redefinidos (Wilson & Reeder, 2005). No Brasil a

espécie é encontrada principalmente no Cerrado, nos estados de Minas Gerais, Mato Grosso, Mato Grosso do Sul, Goiás, Bahia e Distrito Federal, mas também é encontrada no ecótono com a Mata Atlântica nos estados de São Paulo e Espírito Santo (Bonvicino *et al.*, 2010). É uma das menores espécies de roedores do Brasil, com o adulto apresentando massa corporal entre 9 e 15g. Possui pelagem castanho-claro, com presença de tufo de pelos brancos localizados atrás das orelhas (Marinho-Filho *et al.*, 1998; Bonvicino *et al.*, 2008). É uma das espécies mais abundantes em áreas com queimadas recentes (Briani *et al.*, 2004). Tem hábito terrestre, solitário, noturno e habita principalmente os campos (Alho *et al.*, 1986; Vieira & Baumgarten, 1995), mas é encontrada também em cerrado *sensu stricto* (Mares *et al.*, 1986). Esta espécie é considerada onívora e consome itens alimentares vegetais (folhas, frutos e sementes) e animais (insetos, aranhas) (Marinho-Filho *et al.*, 2002; Ramos & Facure, 2009). No Cerrado, o consumo de matéria vegetal foi maior que o de animais e não diferiu entre as classes etárias, entre os sexos ou entre as estações (Ramos & Facure, 2009).

Outro gênero da mesma subfamília, *Necromys* (Akodontini), foi inicialmente descrito como *Akodon* (Ellerman, 1941) e posteriormente como *Zygodontomys* (Hershkovitz, 1962) e *Bolomys* (Reig, 1978) e somente em 2005 é que o nome válido passou a ser *Necromys* (Musser & Carleton, 2005). Atualmente, o gênero é composto por nove espécies, e é considerado um grupo monofilético (D'Elía *et al.*, 2008). Apesar da distribuição geográfica aparentemente similar de *Calomys* e *Necromys* estas espécies têm histórias biogeográficas diferentes (D'Elía *et al.*, 2008). Apenas duas espécies ocorrem no Brasil, *N. lasiurus* e *N. urichi* (região Norte). *Necromys lasiurus* (Lund 1840), com localidade tipo Lagoa Santa, Minas Gerais, possui ampla distribuição geográfica, ocorrendo desde o leste da Bolívia, Paraguai, norte da Argentina até o Brasil (Wilson & Reeder, 2005; Marinho-Filho *et al.*, 2008). No Brasil ocorre em diferentes biomas como Floresta Amazônica, Mata Atlântica, Chaco, Cerrado e Caatinga (Redford & Fonseca, 1986). No Cerrado ocorre em diferentes fitofisionomias, sendo encontrada em áreas abertas, no cerrado *sensu stricto* e em áreas mais fechadas como o cerradão (Alho, 1980). *Necromys lasiurus* é considerada uma das espécies mais generalista de habitat e abundante do Cerrado do Brasil central (Alho *et al.*, 1986; Henriques & Alho, 1991; Marinho-Filho *et al.*, 1994; Marinho-Filho *et al.*, 1998). É a maior entre as três espécies estudadas, com a massa corporal dos adultos entre 20 e 43g. Possui pelagem cinza, com um círculo de pelos mais claros ao redor dos olhos e cauda curta (Marinho-Filho *et al.*, 1998). É considerada diurna, apresentando diferenças sazonais no padrão de atividade (Vieira *et al.*, 2010). Diferenças na dieta desta espécie foram relatadas quando ao habitat, quando em áreas de cerrado *sensu stricto* foi considerada granívora (80%

da dieta) e em áreas de campo foi insetívora (70-90%) (Borchert & Hansen, 1983). No cerrado de Minas Gerais, durante a estação chuvosa, foi registrada alimentando-se de uma alta proporção de itens animais, que vai decrescendo no decorrer da estação seca, quando então há um aumento de consumo de itens vegetais (Couto & Talamoni, 2005). A biomassa de invertebrados sozinha explicou 53% da variação da densidade de *N. lasiurus* entre as áreas, indicando que a disponibilidade de alimento é mais importante para determinar a densidade desta espécie que a estrutura bruta do habitat em enclaves de Cerrado na Amazônia (Layme *et al.*, 2004).

O gênero *Thalpomys*, que pertence a mesma tribo de *Necromys*, é composto por apenas duas espécies e essas são endêmicas do Cerrado brasileiro: *Thalpomys lasiotis* (Thomas, 1916) e *T. cerradensis* Hershkovitz, 1990 (Hershkovitz, 1990). Esse gênero é considerado grupo irmão de *Necromys* (D'Elía, 2003). *Thalpomys lasiotis* foi descrito inicialmente como *Akodon reinhardti* a partir de exemplares coletados em Lagoa Santa devido à similaridade morfológica com outras espécies do gênero *Akodon* (Hershkovitz 1990; Redford & Eisenberg 1992; Wilson & Reeder 2005). Possui hábito terrestre (Alho, 1980), sendo encontrada em campos abertos e no cerrado *sensu stricto* (Alho *et al.*, 1986; Andrade *et al.*, 2004). Possui tamanho pequeno, porém apresenta massa corporal maior que da espécie *C. tener*, pesando entre 17 e 30g (Mares *et al.*, 1986). A pelagem é avermelhada, com um círculo claro bem discreto ao redor dos olhos e cauda relativamente curta (Marinho-Filho *et al.*, 1998). É uma espécie com distribuição restrita aos cerrados dos estados de Minas Gerais, Bahia, Goiás, Mato Grosso e Rondônia (Andrade *et al.*, 2004) e pode ocorrer em alta densidade em algumas dessas localidades (Andrade *et al.*, 2004; Ribeiro *et al.*, 2011), assim como em áreas com queimadas recentes (Briani *et al.*, 2004).

As pesquisas com pequenos mamíferos expandiram-se a partir de 1970 com as publicações relativas à história de vida (e.g. Justines & Johnson, 1970; Mello, 1978), ecologia de populações (e.g. Fleming, 1970; Delany, 1974; Birney *et al.*, 1976; Dueser & Shugart, 1978) e comunidades (e.g. Fleming, 1973; M'Closkey, 1976; Meserve & Glanz, 1978). Muitos estudos em ecologia de pequenos mamíferos foram desenvolvidos no Cerrado, a partir da metade da década de 80 (e.g. Alho & Pereira, 1985; Fonseca & Redford, 1986; Lacher *et al.*, 1989; Marinho-Filho *et al.*, 1994; Mares & Ernest, 1995; Marinho-Filho & Gastal, 2000; Vieira & Palma, 2005; Becker *et al.*, 2007; Santos & Henriques, 2010). Entretanto, os estudos sobre populações de roedores estão concentrados em poucos gêneros mais abundantes, entre eles, podemos citar os realizados com *Akodon* (e.g. Cerqueira, 1993; Antunes *et al.*, 2009; Queirolo & Granzinoli, 2009), *Cerradomys* (e.g. Villela & Alho, 1983; Alho *et al.*, 1986;

Santos & Henriques, 2010) e *Necromys* (e.g. Mello, 1980; Pereira & Cardoso, 1993; Feliciano *et al.*, 2002; Ghizoni *et al.*, 2005; Becker *et al.*, 2007). Os trabalhos envolvendo *Thalpomys lasiotis* (Thomas, 1916) e *Calomys tener* (Winge, 1887) são escassos e, em sua maioria, correspondem a estudos de comunidades (e.g. Alho *et al.*, 1986; Briani *et al.*, 2004; Santos & Henriques, 2010) e sistemática (e.g. Andrade *et al.*, 2004; Haag *et al.*, 2007; Bonvicino *et al.*, 2010), contendo informações de abundância e distribuição destas espécies, mas com poucas informações sobre os outros parâmetros populacionais.

Considera-se que a informação disponível sobre a biologia e a ecologia da fauna de mamíferos do Cerrado ainda é escassa. Revisões taxonômicas são ainda necessárias em quase todos os grupos de pequenos mamíferos, tendo inclusive espécies ainda não descritas (Marinho-Filho *et al.*, 1998). Entretanto, com o crescente interesse acerca da diversidade biológica de pequenos mamíferos no Brasil houve, nas últimas décadas, um aumento de estudos que privilegiaram vários aspectos biológicos e populacionais baseados em dados de campo como reprodução (e.g. Francisco *et al.*, 1995; Cerqueira, 2005; Couto & Talamoni, 2005; Martins *et al.*, 2006), uso de habitat e microhabitat (e.g. Lacher & Alho, 1989; Cerqueira & Freitas, 1999; Dalmagro & Vieira, 2005; Vieira *et al.*, 2005), uso do espaço (e.g. Magnusson *et al.*, 1995; Vieira *et al.*, 2005; Püttker *et al.*, 2006; Pires *et al.*, 2010) e dinâmica populacional (e.g. Quental *et al.*, 2001; Feliciano *et al.*, 2002; Ghizoni *et al.*, 2005; Salvador & Fernandez, 2008).

No Cerrado, apesar das matas de galerias corresponderem a apenas 5% da área total do cerrado, ela abriga 80% das espécies de mamíferos da região (Marinho-Filho *et al.*, 2002). Entretanto, apesar da alta riqueza das matas de galeria, as áreas abertas possuem mais de 50% das espécies endêmicas de mamíferos do Cerrado (Marinho-Filho *et al.*, 2002), sendo considerada áreas importantes para o estudo dos pequenos mamíferos.

Como os trabalhos realizados com estrutura populacional de roedores, normalmente, se restringem a dados relativos ao período de um ano, não há como discutir os padrões sazonais da estrutura das populações porque não se sabe se são, realmente, fenômenos repetitivos. A necessidade destes estudos de longo prazo para tentar explicar a dinâmica das populações de pequenos mamíferos levou alguns pesquisadores a empregar grandes esforços nesses estudos para comparar àqueles realizados na América do Sul com 10 anos ou mais de dados (Lima & Jaksic, 1999; Lima *et al.*, 2001; Emmons, 2009) e América do Norte (Fryxell *et al.*, 1998; Deitloff *et al.*, 2010). No Brasil, os estudos de longo prazo, com mais de cinco anos de estudo, estão concentrados na Mata Atlântica (e.g. Cerqueira *et al.*, 2003; Gentile *et al.*, 2000; Kajin *et al.*, 2008; Bonecker *et al.*, 2009). Estudos de longo prazo que envolvem

disponibilidade de recurso alimentar e predadores de pequenos mamíferos, embora de extrema importância, são ainda mais escassos (e.g. Lima *et al.*, 2002; Meserve *et al.*, 2003). Compilando os dados dos estudos com estimativas de densidade de populações de roedores em longo prazo, os dados apontaram que variações mais importantes dos tamanhos das populações podem acontecer a cada 3-5 anos (Turchin, 2003). Estudos realizados em longo prazo com populações de pequenos mamíferos apontam uma variação no tamanho populacional ao longo dos anos (Lima *et al.*, 2001; Emmons, 2009).

O presente trabalho foi desenvolvido na Estação Ecológica de Águas Emendadas (ESECAE) onde há forte e crescente pressão de ocupação existente no seu entorno, por agropecuária, cidades e rodovias (Machado *et al.*, 1998) que apresentam sérios riscos à conservação da fauna da ESECAE e tornam a aquisição de dados sobre as comunidades animais associadas às formações fitofisionômicas da área, ainda mais urgentes. Em dez anos, áreas nativas do entorno da ESECAE caíram de 41,2% para 35,8%, sendo que os campos ficaram reduzidos à apenas 5,3% da área previamente ocupada (Machado *et al.*, 1998). Na ESECAE já foram registradas 67 espécies de mamíferos, sendo 20 espécies de roedores (Marinho-Filho *et al.*, 2008). Pelo menos sete destas espécies são incluídas na lista de animais ameaçados, e entre elas, a espécie *Kunsia fronto* (Winge, 1888) que é extremamente rara, criticamente ameaçada e seu registro na ESECAE é o único em 30 anos (Marinho-Filho & Bezerra 2008; Marinho-Filho *et al.*, 2008).

Este estudo teve como objetivo geral caracterizar a estrutura e a dinâmica da população de roedores da Estação Ecológica de Águas Emendadas ao longo de seis anos de estudo, investigando parâmetros como tamanho de área de vida, uso de microhabitat, reprodução e densidade populacional.

## **Apresentação**

O trabalho iniciou-se em 2004, por Raquel Ribeiro, durante seu mestrado e foi continuado por mim durante meu mestrado e doutorado até o ano de 2009, somando assim seis anos de estudo com informações mensais sobre as populações de três roedores, *Calomys tener*, *Necromys lasiurus* e *Thalpomys lasiotis*, na Estação Ecológica de Águas Emendadas em áreas de campo com murundu.

Esta tese foi dividida em quatro capítulos, sendo estes relacionados à área de vida, uso de microhabitat, reprodução e densidade populacional dos roedores. Os materiais e métodos

apresentados em seguida trazem a descrição da área de estudo e a forma de coleta dos roedores utilizados nestes capítulos.

O capítulo 1 foi destinado ao estudo da área de vida destes roedores cricetídeos e dos fatores que afetam o deslocamento e a sobreposição intra e intersexual destas espécies. Diferentes metodologias foram empregadas para estimar a área de vida e a sobreposição do uso do espaço/habitat destas três espécies de roedores.

No capítulo 2 investigou-se a relação entre as variáveis de microhabitat coletadas (cobertura de gramíneas no solo, número de cupinzeiros, tocas, árvores e murundus) e abundância dos roedores. Assim, foi possível identificar as variáveis mais importantes e os fatores que melhor explicam a abundância destes roedores em áreas de campos com murundus.

O capítulo 3 contém informações sobre a biologia reprodutiva de *C. tener* e *N. lasiurus* em cativeiro e caracteriza a estrutura das populações de *C. tener*, *N. lasiurus* e *T. lasiotis* em relação à razão sexual, estrutura etária, taxa de crescimento dos indivíduos, tempo de permanência na área e padrões reprodutivos.

No capítulo 4 estimou-se a densidade populacional de *C. tener*, *N. lasiurus* e *T. lasiotis*, ao longo de todo o tempo de duração do estudo, verificando-se os fatores mais importantes associados às variações das densidades. Foi verificado se as espécies possuem ou não picos sazonais de densidade, e se a dinâmica destas populações obedece a um padrão que se repete ao longo dos anos.

## **Materiais e Métodos**

### **Área de Estudo**

O estudo foi realizado na Estação Ecológica de Águas Emendadas (ESECAE), localizada em Planaltina, na porção nordeste do Distrito Federal, e limitada pelos paralelos 15°32' e 15°38'S, ao sul e norte e pelos meridianos 47°33' e 47°37'W a leste e oeste (Figura 1). A ESECAE foi criada como Reserva Biológica, por meio do Decreto nº 771 de 12/02/1968. Em 16/06/1988 foi transformada em Estação Ecológica (Decreto nº 11.137) e teve mais uma área adjacente, que inclui a Lagoa Bonita, anexada ampliando a área total da UC para os atuais 10.500 ha (Albuquerque, 2008). A ESECAE possui a nascente de duas bacias de grande importância hidrológica para o Cerrado: a do rio Tocantins e do rio da Prata. Parte das águas superficiais atravessa o continente até encontrar o Oceano Atlântico no

extremo norte do Brasil e a outra deságua na divida entre Argentina e Uruguai (Lima & Silva, 2008). Esta unidade de conservação possui os principais tipos de ambientes e fitofisionomias do Cerrado da área 'core' do bioma. O campo cerrado é caracterizado por uma cobertura de gramíneas com árvores e arbustos bem esparsos, e ocupa uma pequena área da ESECAE (Silva Jr. & Felfili, 1996). Os murundus, que consistem em padrões regulares de elevação, com pequenos morros de terra e presença de árvores e arbustos do cerrado (Oliveira-Filho & Ratter, 2002), são também representados.

### **Captura dos animais**

Duas grades de captura foram estabelecidas em áreas abertas de campos cerrados com presença de murundus: Grade 1 (15°32'51''S e 47°36'55''W) com rara presença de vegetação lenhosa (Figura 2) e Grade 2 (15°32'14''S e 47°36'46''W) com maior presença de plantas lenhosas quando comparado a grade 1 (Figura 3). Cada grade formava um quadrado de 135m x 135m, totalizando 1,82 ha por grade, distantes 1 km uma da outra. Em cada área foi disposta uma grade formada por 10 linhas identificadas por letras (A-J) com 10 pontos cada, identificados por números (1-10), totalizando 100 pontos de captura (Figura 4), distantes 15 m um do outro. Em cada uma das grades foram colocadas armadilhas *live traps* do tipo Sherman (250 x 80 x 90 mm), com iscas compostas por uma mistura de sardinha, pasta de amendoim, banana e fubá. Em cada grade foram colocadas 50 armadilhas dispostas nos pontos ímpares da linha A e nos pontos pares da linha B, e assim por diante até a linha J. As campanhas foram realizadas mensalmente. As armadilhas permaneceram em operação durante seis noites consecutivas e foram vistoriadas diariamente ao amanhecer. Após três noites as armadilhas foram retiradas dos pontos citados acima e colocadas nos outros 50 pontos, alternadamente.

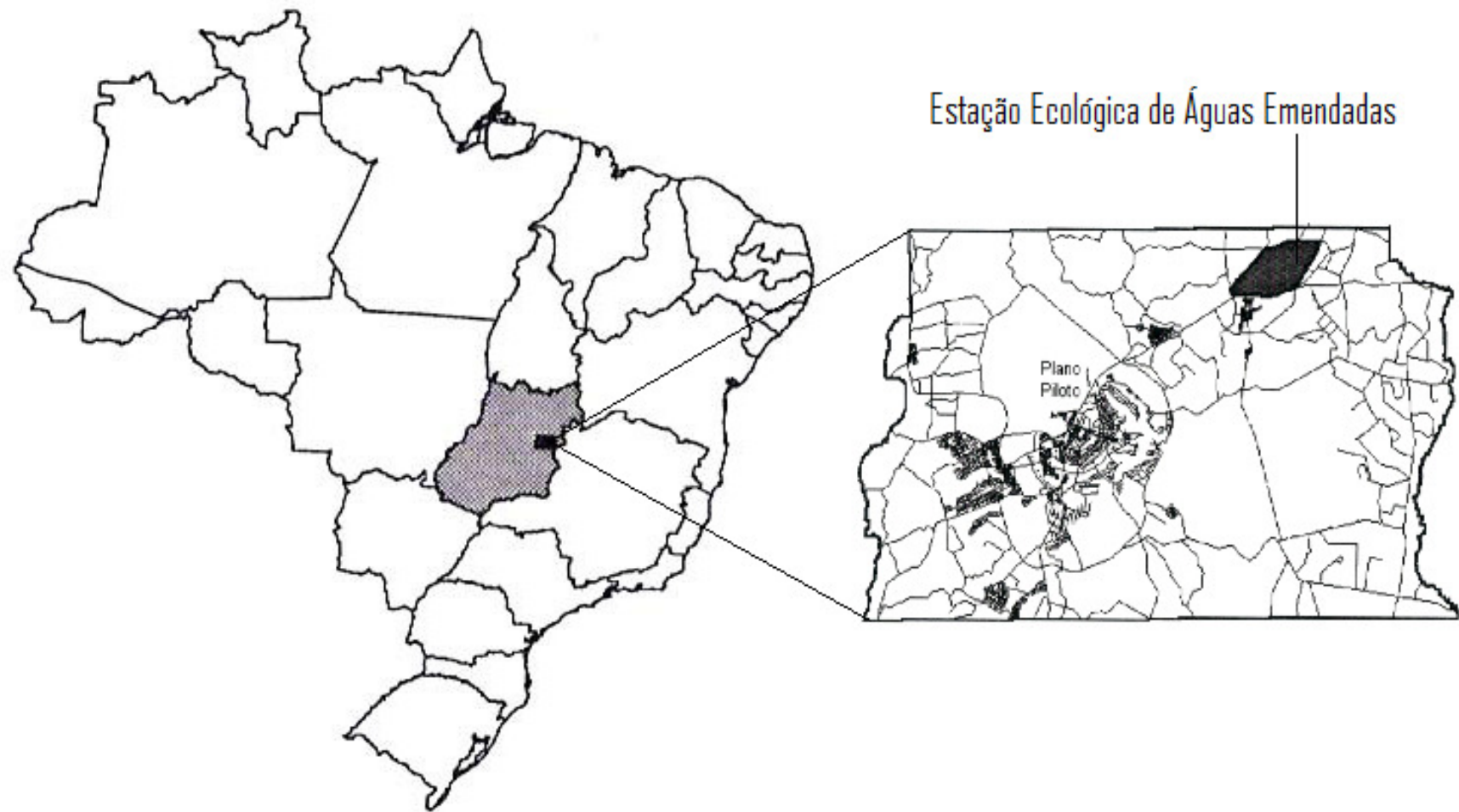


Figura 1 - Localização da Estação Ecológica de Águas Emendadas (quadro ampliado), Planaltina, Distrito Federal, Brasil.





Figura 2 – Aspecto da vegetação da área de estudo onde foi estabelecida a grade 1, na Estação Ecológica de Águas Emendadas, Planaltina, Distrito Federal.



Figura 3 – Aspecto da vegetação da área de estudo onde grade 2 foi estabelecida, na Estação Ecológica de Águas Emendadas, Planaltina, Distrito Federal.

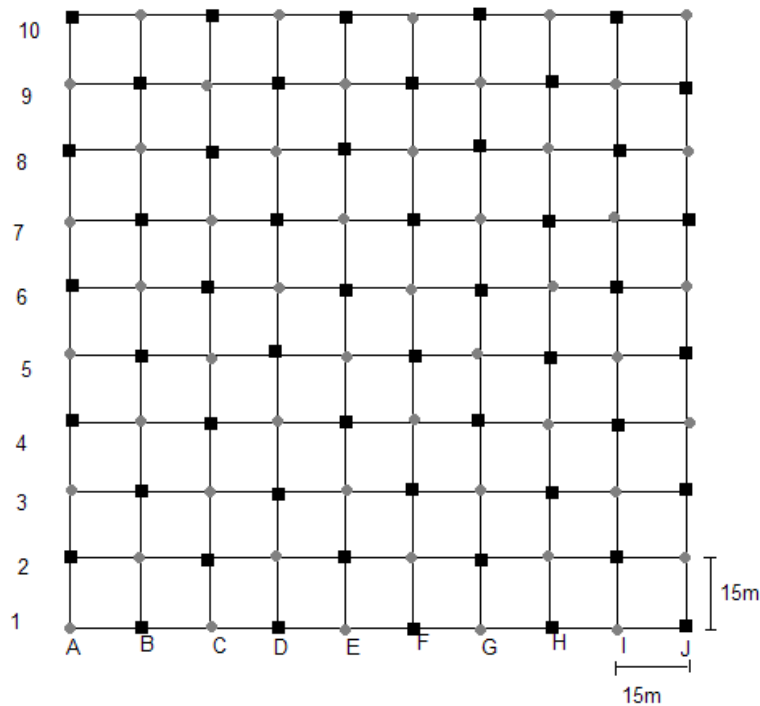


Figura 4 – Disposição e distância dos 100 pontos de armadilhagem em cada uma das grades. Círculos cinza e quadrados pretos representam o rodízio das armadilhas a cada três dias de coleta.

As coletas foram realizadas de janeiro/2004 a dezembro/2009. Foram evitados os períodos de lua cheia, quando a claridade é maior e a atividade dos roedores menor (O'Farrell, 1974; Price *et al.*, 1984). Todos os indivíduos capturados foram identificados e marcados com brincos numerados (National Band & Tags – Mod. 1005 – 1) ou com ablação de falange. Todos os indivíduos foram pesados, sexados e classificados quanto ao seu estágio de desenvolvimento (jovem, sub-adulto e adulto). Os indivíduos de *C. tener* e *T. lasiotis* foram pesados com Pesola capacidade 30g divisão 0,25 e de *N. lasiurus* foram pesados com Pesola capacidade 100g divisão 1,0g. O estágio de desenvolvimento foi classificado de acordo com a relação entre a massa corporal e o estágio reprodutivo. A categoria de sub-adulto foi criada apenas para as espécies onde indivíduos reprodutivos possuíam a mesma massa corporal de indivíduos ainda em crescimento (Tabela 1). As fêmeas foram consideradas reprodutivas quando estavam com perfuração vaginal (perfuradas), grávidas ou com tetas evidentes. Os machos foram

considerados reprodutivos (escrotados) quando os testículos estavam na bolsa escrotal. Após as anotações todos os animais eram liberados nos pontos onde foram capturados. As análises dos parâmetros populacionais foram realizadas apenas para as espécies mais abundantes do gradeado (Figura 5).

Tabela 1– Classificação do estágio de desenvolvimento de acordo com a massa corporal para as três espécies estudadas.

	Jovem		Sub-adulto		Adulto	
	Macho	Fêmea	Macho	Fêmea	Macho	Fêmea
<i>Calomys tener</i>	< 9	< 9	9 e 10	9 e 10	>10	>10
<i>Necromys lasiurus</i>	≤ 26	≤ 19	27	20 a 27	≥ 28	≥ 28
<i>Thalpomys lasiotis</i>	≤ 14	≤ 13	--	--	≥ 15	≥ 14



(a)



(b)



(c)

Figura 5 – Roedores cricetídeos, objetos do presente estudo, capturados na Estação Ecológica de Águas Emendadas (a) *Calomys tener*, (b) *Necromys lasiurus* e (c) *Thalpomys lasiotis*.

## Referências bibliográficas

- AGUIAR, L. M. S. & MACHADO, R. B. 2010. Áreas prioritárias para a pesquisa de morcegos no domínio do Cerrado. Pp. 441-458. *In*: Diniz, I. R.; Marinho-Filho, J.; Machado, R. B. & Cavalcanti, R. B. (Eds.) Cerrado: conhecimento quantitativo como subsídio para as ações de conservação. 496p.
- ALHO, C. J. R. 1980. Small mammal population of Brazilian cerrado: the dependence of abundance and diversity on habitat complexity. *Revista Brasileira de Biologia*, 41: 223-230.
- ALHO, C. J. R. & PEREIRA, L. 1985. Population ecology of a cerrado rodent community in Central Brazil. *Revista Brasileira de Biologia*, 45: 597-607.
- ALHO, C. J. R.; PEREIRA, L. A. & PAULA, A. C. 1986. Patterns of habitat utilization by small mammal populations in cerrado biome of Central Brazil. *Mammalia*, 50(4): 447-460.
- ANDRADE, A. F. B.; BONVICINO, C. R.; BRIANI, D. C. & KASAHARA, S. 2004. Karyologic diversification and phylogenetic relationships of the genus *Thalpomys* (Rodentia: Sigmodontinae). *Acta Theriologica*, 49(2): 181-190.
- ANTUNES, P. C.; CAMPOS, M. A. A.; OLIVEIRA-SANTOS, L. G. R. & GRAIPEL, M. E. 2009. Population dynamics of *Akodon montensis* (Rodentia, Cricetidae) in the Atlantic forest of southern Brazil. *Mammalian Biology*, 75(2): 186-190.
- BECKER, R. G.; PAISE, G.; BAUMGARTEN, L. C. & VIEIRA, E. M. 2007. Estrutura de comunidades de pequenos mamíferos e densidade de *Necomys lasiurus* (Rodentia, Sigmodontinae) em áreas abertas de Cerrado no Brasil central. *Mastozoologia Neotropical*, 14(2): 157-168.
- BIRNEY, E. C.; GRANT, W. E. & BAIRD, D. D. 1976. Importance of vegetative cover to cycles of *Microtus* populations. *Ecology*, 57: 1043-1051.
- BONECKER, S. T.; PORTUGAL, L. G.; COSTA-NETO, S. F. & GENTILE, R. 2009. A long term study of small mammal populations in a Brazilian agricultural landscape. *Mammalian Biology*, 74: 467-477.
- BONVICINO, C. R.; OLIVEIRA, J. A. & D'ANDREA, P. S. 2008. Guia dos Roedores do Brasil, com chaves para gêneros baseadas em caracteres externos. Rio de Janeiro, Centro Pan-Americano de Febre Aftosa. 120p.
- BONVICINO, C. R.; OLIVEIRA, J. A. & GENTILE, R. 2010. A new species of *Calomys* (Rodentia: Sigmodontinae) from Eastern Brazil. *Zootaxa*, 2336:19-25.
- BORCHERT, M. & HANSEN, R. I. 1983. Effects of flooding and wildfire on valley side wet campo rodent in Brazil. *Revista Brasileira de Biologia*, 43(3): 29-240.

- BRIANI, D. C.; PALMA, A. R. T.; VIEIRA, E. M. & HENRIQUES, R. P. B. 2004. Post-fire succession of small mammals in the cerrado of Central Brazil. *Biodiversity and Conservation*, 13: 1023-1037.
- BUENO, A. A. & MOTTA-JUNIOR, J. C. 2006. Small mammal selection and functional response in the diet of the maned wolf, *Chrysocyon brachyurus* (Mammalia: Canidae), in Southeast Brazil. *Mastozoología Neotropical*, 13(1): 11-19.
- CERQUEIRA, R. 2005. Fatores ambientais e a reprodução de marsupiais e roedores no leste do Brasil. *Arquivos do Museu Nacional*, Rio de Janeiro, 63(1): 29-39.
- CERQUEIRA, R. & FREITAS, S. R. 1999. A new study method of microhabitat structure of small mammals. *Revista Brasileira de Biologia*, 59: 219-223.
- 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: 507-517.
- COUTO, D. & TALAMONI, S. A. 2005. Reproductive condition of *Akodon montensis* Thomas and *Bolomys lasiurus* (Lund) (Rodentia, Muridae) based on histological and histometric analyses of testes and external characteristics of gonads. *Acta Zoologica*, 86: 111-118.
- D'ELÍA, G. 2003. Phylogenetics of Sigmodontinae (Rodentia, Muroidea, Cricetidae), with special reference to the akodont group, and with additional comments on historical biogeography. *Cladistics*, 19: 307-323.
- D'ÉLIA, G.; PARDIÑAS, U. F. J.; JAYAT, J. P. & SALAZAR-BRAVO, J. 2008. Systematics of *Necromys* (Rodentia, Cricetidae, Sigmodontinae): species limits and groups, with comments on historical biogeography. *Journal of Mammalogy*, 89(3): 778-790.
- DALMAGRO, A. D. & VIEIRA, E. M. 2005. Patterns of habitat utilization of small rodents in an area of Araucaria forest in Southern Brazil. *Austral Ecology*, 30: 353-362.
- DEITLOFF, J.; FALCY, M. R.; KRENZ, J. D. & MCMILLAN, R. 2010. Correlating small mammal abundance to climatic variation over twenty years. *Journal of Mammalogy*, 91(1): 193-199.
- DELANY, M. J. 1974. *The ecology of small Mammals*. Edward Arnold Publish, Londres, 66p.
- DUESER, R. D. & SHUGART, H. H. Jr. 1978. Microhabitats in a forest-floor small mammal fauna. *Ecology*, 59(1): 89-98.
- EITEN, G. 1994. Vegetação do Cerrado. Pp.17-73. *In*: Pinto, M.N. (org.). *Cerrado*. Sematec/Ed, Universidade de Brasília, Brasília, 681p.
- ELLERMAN, J. R. 1941. *The families and genera of living rodents. II. Family Muridae*. British Museum. London, 690p.

- EMMONS, L. H. 2009. Long-term variation in small mammal abundance in Forest and Savanna of Bolivian Cerrado. *Biotropica*, 41: 493-502.
- FABIÁN, M. E.; RUI, A. M. & WAECHTER, J. L. 2008. Plantas utilizadas como alimentos por morcegos (Chiroptera, Phyllostomidae), no Brasil. Pp. 51-70. *In*: Reis, N. R.; Peracchi, A. L. & Santos, G. A. S. D. *Ecologia de Morcegos*. Technical Books. Londrina, Paraná. 148p.
- 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.
- FONSECA, G. A. B. & REDOFORD, K. H. 1986. The mammals of IBGE Ecological Reserve, Brasília, and the analysis of the role of gallery forests in increasing diversity. *Revista Brasileira de Biologia*, 44: 517-523.
- FLEMING, T. H. 1970. Notes on the rodent faunas of two Panamanian forest. *Journal of Mammalogy*, 51: 473-490.
- FLEMING, T.H. 1973. Numbers of mammal species in North and Central American forest communities. *Ecology*, 54: 555 - 563.
- FRANCISCO, A. L.; MAGNUSSON, W. E. & SANAIOTTI, T. M. 1995. Variation in growth and reproduction of *Bolomys lasiurus* (Rodentia: Muridae) in an Amazonian Savanna. *Journal of Tropical Ecology*, 11(3): 419-428.
- FRYXELL, J. M.; FALLS, J. B.; FALLS, E. A. & BROOKS, R. J. 1998. Long-Term dynamics of small-mammal populations in Ontario. *Ecology*, 79(1): 213-225.
- GENTILE, R.; D'ANDREA P. S.; CERQUEIRA R. & SANTORO, M. L. 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.
- GHIZONI, I. R.; LAYME, V. M. G.; LIMA, A. P. & MAGNUSSON, W. E. 2005. Spatiality explication population dynamics in a declining population of the tropical rodent, *Bolomys lasiurus*. *Journal of Mammalogy*, 86(4): 677-682.
- HAAG, T.; MUSCHNER, V. C.; FREITAS, L. B.; OLIVEIRA, L. F. B.; LANGGUTH, A. R. & MATTEVI, M. S. 2007. Phylogenetic relationships among species of the genus *Calomys* with emphasis on South American lowland taxa. *Journal of Mammalogy*, 88(3): 769-776.
- HENRIQUES, R. P. B. & ALHO, C. J. 1991. Microhabitat selection by two rodent species in the cerrado of Central Brazil. *Mammalia*, 55(1): 49-56.
- HERSHKOVITZ, P. 1962. Evolution of Neotropical cricetine rodents (Muridae), with special reference to the Phyllotine group. Chicago. *Museum Natural History*, 46: 1-524.

- HERSHKOVITZ, P. 1990. The Brazilian rodent genus *Thalpomys* (Sigmodontinae, Cricetidae) with description of a new species. *Journal of Natural History*, 24: 763-783.
- JUSTINES, G. & JOHNSON, K. M. 1970. Observations on laboratory breeding of the cricetine rodent *Calomys callosus*. *Laboratory Animal Care*, 20: 57-60.
- KAJIN, M.; CERQUEIRA, R.; VIEIRA, M. V. & GENTILE, R. 2008. Nine-year demography of the black-eared opossum *Didelphis aurita* (Didelphimorphia: Didelphidae) using life tables. *Revista Brasileira de Zoologia*, 25(2): 206-213.
- LACHER, T. E.; MARES, J. M. A. & ALHO, C. J. R. 1989. The structure of a small mammal community in a central Brazilian savanna. Pp. 137-162. *In*: Redford, K. H. & Eisenberg, J. F. (Eds.) *Advances in Neotropical Mammalogy*. University of Florida, Gainesville, The Sandhill Crane Press. 614p.
- LAYME, V. M. G.; LIMA, A. P. & MAGNUSSON, W. E. 2004. Effects of fire, food availability and vegetation on the distribution of the rodent *Bolomys lasiurus* in an Amazonian savanna. *Journal of Tropical Ecology*, 20: 183-187.
- LIMA, M. & JAKSIC, F. M. 1999. Population dynamics of three Neotropical small mammals: Time series models and the role of delayed density-dependence in population irruptions. *Australian Journal of Ecology*, 24: 25-34.
- LIMA, M.; STENSETH, N. C. & JAKSIC, F. M. 2002. Population dynamics of a South American rodent: seasonal structure interacting with climate, density dependence and predator effects. *Proceeding Royal society London*, 269: 2579-2586.
- LIMA, M.; STENSETH, N. C.; YOCCOZ, N. G. & JAKSIC, F. M. 2001. Demography and population dynamics of the mouse opossum (*Thylamys elegans*) in semi-arid Chile: seasonality, feedback structure and climate. *Proceeding Royal society London*, 268: 2053-2064.
- M'CLOSKEY, R. T. 1976. Community structure in sympatric rodents. *Ecology*, 57: 728-739.
- MACHADO, R. B.; AGUIAR, L. M. S.; BIANCHI, C. A.; VIANNA, R. L.; SANTOS, A. J. B.; SAITO, C. H. & TIMMERS, J. F. 1998. Áreas de risco no entorno de Unidades de Conservação: estudo de caso da Estação Ecológica de Águas Emendadas, Planaltina, DF. Pp. 64-78. *In*: Marinho-Filho, J. S.; Rodrigues, F. H. G.; Guimarães M. M. (Eds.) *Vertebrados da Estação Ecológica de Águas Emendadas: História Natural e Ecologia em um fragmento de cerrado do Brasil Central*. Governo do Distrito federal, Brasília. 92p.
- MAGRINI, L. & FACURE, K. G. 2008. Barn owl (*Tyto alba*) predation on small mammals and its role in the control of hantavirus natural reservoirs in a periurban area in southeastern Brazil. *Brazilian Journal of Biology*, 68(4): 733-740.
- MARES, M. A. & ERNEST, K. A. 1995. Population and community ecology of small mammals in a gallery forest of central Brazil. *Journal of Mammalogy*, 76(3): 750-768.

- MARES, M.A.; ERNEST, K. A. & GETTINGER, D. 1986. Small mammal community structure and composition in the Province of Central Brazil. *Journal of Tropical Ecology*, 2(4): 289-300.
- MARINHO-FILHO, J. & BEZERRA, A. M. R. 2008. *Kunsia fronto* (Winge, 1888). In: Machado, A. B. M.; Drummond, G. M & Paglia, A. P. L. Pp. 835-836. Livro vermelho da fauna brasileira ameaçada de extinção. Volume II. MMA. Brasília, DF. Fundação Biodiversitas. Belo Horizonte, MG. 1420p.
- MARINHO-FILHO, J. & GASTAL, M. L. 2000. Mamíferos das matas ciliares dos Cerrados do Brasil Central. Pp. 209-221. In: Rodrigues, R. R.; Leitão-Filho, H. F. (Ed.) Matas ciliares: conservação recuperação. São Paulo: EDUSP. 309-328.
- MARINHO-FILHO, J.; VIEIRA, E.; D'ELIA, G. & PARDINAS, U. 2008. *Necomys lasiurus*. In: IUCN 2011. IUCN Red List of Threatened Species. Version 2011.1. [www.iucnredlist.org](http://www.iucnredlist.org). 29/07/2011.
- MARINHO-FILHO, J. & GUIMARÃES, M. M. 2001. Mamíferos das Matas de Galeria e das Matas Ciliares do Distrito Federal. Pp. 531-557. In: Ribeiro, J. F.; Fonseca, C. E. L. & Sousa-Silva, J. C. Cerrado: caracterização e recuperação de Matas de Galeria. Empresa Brasileira de Pesquisa Agropecuária – Embrapa Cerrado, Planaltina. 899p.
- MARINHO-FILHO, J.; REIS, M. L.; OLIVEIRA, P. S.; VIEIRA, E. M. & PAES, M. N. 1994. Diversity standards, small mammal numbers and the conservation of the cerrado biodiversity. *Anais da Academia Brasileira de Ciências*, 66: 149-157.
- MARINHO-FILHO, J.; RIBEIRO, R.; ROCHA, C. R.; FAIAD, P. J. B. & GOMES, L. P. 2008. Mamíferos. Pp. 210-223. In: Fonseca, F. O. (Org.) Águas Emendadas. Brasília, Seduma, 542p.
- MARINHO-FILHO, J.; RODRIGUES, F. H. G.; GUIMARÃES M. M. & REIS, M. L. 1998. Os mamíferos da Estação Ecológica de Águas Emendadas, Planaltina, DF. Pp. 34-63. In: Marinho-Filho, J. S.; Rodrigues, F. H. G.; Guimarães M. M. (Eds.) Vertebrados da Estação Ecológica de Águas Emendadas: História Natural e Ecologia em um fragmento de cerrado do Brasil Central. Governo do Distrito federal, Brasília. 92p.
- MARINHO-FILHO, J.; RODRIGUES, F. H. G. & JUAREZ, K. M. 2002. The cerrado mammals: diversity, ecology, and natural history. Pp. 267-284. In: Oliveira, P. S. & Marquis, R. J. The cerrado of Brazil. Editora Columbia University, Nova Iorque, 398p.
- MARTINS, E. G.; BONATO, V.; DA-SILVA, C. Q. & REIS, S. F. 2006. 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
- MELLO, D. A. 1978. Biology of *Calomys callosus* (Rengger, 1930) under laboratory conditions (Rodentia, Cricetidae). *Revista Brasileira de Biologia*, 38: 807-811.



- MELLO, D. A. 1980. Estudo populacional de algumas espécies de roedores do Cerrado (norte do município de Formosa, Goiás). *Revista Brasileira de Biologia*, 40(4): 843-860.
- MESERVE, P. L. & GLANZ, W. E. 1978. Geographical ecology of small mammals in the northern Chilean arid zone. *Journal of Biogeography*, 5: 135-148.
- MESERVE, P. L.; KELT, D. A.; MILSTEAD, W. B. & GUTIÉRREZ, J. R. 2003. Thirteen years of shifting top-down and bottom-up control. *Bioscience*, 53(7): 633-646.
- MUSSER, G. G. & CARLETON, M. D. 2005. Superfamily Muroidea. Pp. 894–1531. *In: Wilson, D. E. & Reeder, D. M. (Eds.) Mammal species of the world: a taxonomic and geographic reference. 3ª Edição.* Johns Hopkins University Press, Baltimore, Maryland.
- MYERS, N.; MITTERMEIER, R. S.; MITTERMEIER, C. G.; FONSECA, G. A. B. & KENT, J. 2000. Biodiversity hotspots for conservation priorities. *Nature*, 403: 853-858.
- O'FARRELL, M. J. 1974. Seasonal activity patterns of rodents in a Sagebrush Community. *Journal of Mammalogy*, 55(4): 809-823.
- OLIVEIRA-FILHO, A. T. & RATTER, J. A. 2002. Vegetation physiognomies and woody flora of the cerrado biome. Pp. 91-119 *In: Oliveira, P. S. & Marquis, R. J. The cerrado of Brazil.* Editora Columbia University, Nova Iorque, 398p.
- PEREIRA, G. G. & CARDOSO, A. M. 1993. Seasonal variation of the spermatogenic activity in *Bolomys lasiurus* (Lund, 1841) (Rodentia, Cricetidae), from Southeastern Brazil. *Mammalia*, 57: 27-34.
- PIRES, A. S.; FERNARDEZ, A. S.; FELICIANO, B. R. & FREITAS, D. 2010. Use of space by *Necomys lasiurus* (Rodentia, Sigmodontinae) in a grassland among Atlantic forest fragments. *Mammalian Biology*, 75(3): 270-276.
- PRICE, M. V.; WASER, N. M. & BASS, T. A. 1984. Effects of moonlight on microhabitat use by desert rodents. *Journal of Mammalogy*, 65(2): 353-356.
- PÜTTKER, T.; MEYER-LUCHT, Y. & SOMMER, S. 2006. Movement distances of five rodent and two marsupial species in forest fragments of the coastal Atlantic Rainforest, Brazil. *Biotropica*, 12: 131-139.
- QUEIROLO, D. & GRANZINOLLI, M. A. M. 2009. Ecology and natural history of *Akodon lindberghi* (Rodentia, Sigmodontinae) in southeastern Brazil. *Iheringia, Série Zoológica*, 99(2): 189-193.
- QUENTAL, T. B.; FERNANDEZ, F. A. S.; DIAS, A. T. C. & ROCHA, F. S. 2001. Population dynamics of the marsupial *Micoureus demerarae* in small fragments of Atlantic coastal forest in Brazil. *Journal of Tropical Ecology*, 17: 339-352.

- RAMOS, V. N. & FACURE, K. G. 2009. Ecologia alimentar de *Calomys tener* (Rodentia, Cricetidae) em áreas naturais de Cerrado. Anais do III Congresso Latino Americano de Ecologia, São Lourenço, MG.
- REDFORD K. H. & EISEMBERG, J. F. 1992. Mammals of the Neotropics. The Southern Cone, Vol. 2. University of Chicago Press, Chicago, 429 pp.
- REDFORD, K. H. & FONSECA, G. A. B. 1986. The role of gallery forests in the zoogeography of the Cerrado's non-volant mammalian fauna. *Biotropica*, 18(2): 126-135.
- REIG, O. A. 1978. Roedores cricétidos del Plioceno superior de la Provincia de Buenos Aires (Argentina). Publicaciones del Museo Municipal de Ciencias Naturales de Mar del Plata. Lorenzo Scaglia, 2: 164-190.
- REIS, N. R.; PERACCHI, A. L.; PEDRO, W. A. & LIMA, I. P. 2006. Mamíferos do Brasil. Londrina, Paraná, 437p.
- REIS, N. R.; PERACCHI, A. L.; PEDRO, W. A. & LIMA, I. P. 2007. Morcegos do Brasil. Londrina, Paraná, 253p.
- RIBEIRO, J. F. & WALTER, B. M. T. 2001. As Matas de Galeria no contexto do bioma Cerrado. Pp: 29-47. *In*: Ribeiro, J. F.; Fonseca, C. E. L. & Sousa-Silva, J. C. Cerrado: caracterização e recuperação de Matas de Galeria. EMBRAPA, Planaltina, DF. 899p.
- RIBEIRO, R.; BEZERRA, A. & MARINHO-FILHO, J. 2010. Coleções científicas e conservação de mamíferos no Cerrado. Pp. 415-440. *In*: Diniz, I. R.; Marinho-Filho, J.; Machado, R. B. & Cavalcanti, R. B. Cerrado: conhecimento quantitativo como subsídio para as ações de conservação. 496p.
- RIBEIRO, R. & MARINHO-FILHO, J. 2005. Estrutura de comunidade de pequenos mamíferos (Mammalia, Rodentia) da Estação Ecológica de Águas Emendadas, Planaltina, Distrito Federal, Brasil. *Revista Brasileira de Zoologia*, 22: 898-907.
- RIBEIRO, R.; ROCHA, C. R. & MARINHO-FILHO, J. 2011. Natural history and demography of *Thalpomys lasioits* (Thomas, 1916), a rare and endemic species from the Brazilian savanna. *Acta Theriologica* DOI 10.1007/s13364-011-0026-0.
- ROCHA, C. F. D.; BERGALLO, H. G.; CONDE, C. F. V.; BITTENCOURT, E. B. & SANTOS, H. C. 2008. Richness, abundance, and mass in snake assemblages from two Atlantic rainforest sites (Ilha do Cardoso, São Paulo) with differences in environmental productivity. *Biota Neotropical*, 8(3): 117-122.
- SALVADOR, C. H. & FERNANDEZ, F. A. S. 2008. Population dynamics and conservation status of the insular cavy *Cavia intermedia* (Rodentia: Caviidae). *Journal of Mammalogy*, 89(3): 721-729.
- SANTOS, R. A. L. & HENRIQUES, R. P. B. 2010. Variação espacial e influência do habitat na estrutura de comunidades de pequenos mamíferos em áreas de campo rupestre no Distrito Federal. *Biota Neotropica*, 10(1): 031-038.

- TURCHIN, P. 2003. Complex Population Dynamics – a theoretical/empirical synthesis. Monographs in Population Biology. Princeton University Press. Princeton and Oxford. 451p.
- VIEIRA, E. M. & BAUMGARTEN, L. C. 1995. Daily activity patterns of small mammals in a cerrado area from Central Brazil. *Journal of Tropical Ecology*, 11(2): 255-262.
- VIEIRA, E. M.; BAUMGARTEN, L. C.; PAISE, B. G. & BECKER, R. G. 2010. Seasonal patterns and influence of temperature on the daily activity of the diurnal Neotropical rodent *Necromys lasiurus*. *Canadian Journal of Zoology*, 88: 259–265.
- VIEIRA, E. M.; IOB, G.; BRIANI, D. C. & PALMA, A. R. T. 2005. Microhabitat selection and daily movements of two rodents (*Necromys lasiurus* and *Oryzomys scotti*) in Brazilian Cerrado as revealed by a spool-and-line device. *Mammalian Biology*, 70(6): 359-365.
- VIEIRA, E. M. & PALMA, A. R. T. 2005. Pequenos mamíferos de Cerrado: distribuição dos gêneros e estrutura das comunidades nos diferentes habitats. Pp. 267-282. *In*: Scariot, A., Sousa-Silva, J. C. Felfili, J. M (Eds.). Cerrado: Ecologia, Biodiversidade e Conservação. Brasília, Ministério do Meio Ambiente, 439p.
- VILLELA, O. M. M. & ALHO, C. J. R. 1983. Postnatal development and growth on *Oryzomys subflavus* (Rodentia: Cricetidae) in laboratory setting. *Revista Brasileira de Biologia*, 43(4): 321-326.
- WILSON, E. & REEDER, D. M. 2005. Mammal Species of the World. A Taxonomic and Geographic Reference. 3ª Edição. Johns Hopkins University Press, 2.142p. Disponível: <http://www.bucknell.edu/msw3>.

# **1. Área de vida, deslocamento e sobreposição do uso do espaço por três espécies de roedores cricetídeos no Cerrado.**

## **1.1. Introdução**

Área de vida é o espaço que um indivíduo percorre durante as suas atividades normais de forrageamento, reprodução e cuidado parental (Burt, 1943). Outros deslocamentos realizados além dessas atividades mencionadas, como percursos realizados durante eventos de migração ou dispersão, não são considerados como parte da área de vida de um animal (Burt, 1943; White & Garrott, 1990). São inúmeros os fatores que influenciam a área de vida de um animal entre eles os biológicos como idade, sexo, estágio reprodutivo e a densidade populacional (Burt, 1943; Schoener, 1968; Loretto & Vieira, 2005). O tamanho da área de vida dos mamíferos também depende do tamanho corporal, uma vez que este afeta os aspectos morfológicos, fisiológicos e ecológicos dos animais (Schoener, 1968; Lindstedt *et al.*, 1986). Os parâmetros ambientais como tipo de habitat, disponibilidade de recursos no ambiente e as estações climáticas também podem influenciar o tamanho da área de vida dos animais (Burt, 1943; Schoener, 1968; Perry & Garland, 2002).

Os aspectos comportamentais, como modo de forrageamento, tipo de regime alimentar e as relações intra e interespecíficas são fatores importantes que determinam a extensão e a qualidade da área de vida dos vertebrados, como evidenciado para mamíferos (Lindstedt *et al.*, 1986; Cáceres & Monteiro-Filho, 2006) e lagartos (Perry & Garland, 2002). Além disso, a presença de um membro na população afeta o espaço utilizado por outro, pois impõe limites aos seus movimentos (Alho & Souza, 1982). Por outro lado, há ainda variáveis não biológicas que podem influenciar no tamanho da área de vida estimada para uma espécie como o tipo de metodologia utilizada nos estudos, o número de pontos onde o animal foi capturado, a duração do estudo e o método utilizado para calcular o tamanho da área de vida.

Os primeiros estudos realizados no Brasil com a distância percorrida por um animal foram na década de 40 (*e. g.* Davis, 1945). Apesar do crescente aumento destes estudos no Brasil, os trabalhos com área de vida ainda são escassos e restritos a poucos grupos e raríssimos são os trabalhos realizados em longo prazo. No Brasil, 75% dos

estudos utilizaram como método de estudo a captura-marcação-recaptura (Prevedello *et al.*, 2008). Dentre as espécies, *Necromys lasiurus* foi uma das espécies de roedores mais estudadas (Alho & Souza, 1982; Gentile & Cerqueira, 1995; Magnusson *et al.*, 1995; Prevedello *et al.*, 2008; Pires *et al.*, 2010). Esse método também é amplamente utilizado para estimar áreas de vida de outros grupos de vertebrados como lagartos (Rocha, 1999). Novos métodos como a utilização de carretéis e linhas (Mendel & Vieira, 2003; Loretto & Vieira, 2005; Vieira *et al.*, 2005) e a radio telemetria (Gottesman *et al.*, 2004; Lira *et al.*, 2007) são ferramentas mais recentemente utilizadas para o estudo da área de vida de pequenos mamíferos.

Existe uma tendência nos estudos realizados com área de vida de pequenos mamíferos de investigar apenas o tamanho da área de vida do animal. Entretanto, estudos mais recentes têm destacado a necessidade de investigar os fatores que determinam a variação no tamanho da área de vida dos indivíduos e das espécies e os processos que afetam o uso do espaço pelo animal (Börger *et al.*, 2006; Horne & Garton, 2006).

Assim, esse trabalho propôs os seguintes objetivos: (1) estimar a área de vida utilizando os métodos Mínimo Polígono Convexo (MPC) e a Distância Máxima de Movimento (DM) percorrida pelas espécies de roedores mais abundantes no período de estudo (*Calomys tener*, *Necromys lasiurus* e *Thalpomys lasiotis*); (2) relacionar o número de recapturas (número de vezes que um indivíduo foi capturado) e o período (meses) no qual o animal foi recapturado com o tamanho da área de vida calculada por meio do MPC; (3) verificar se os fatores biológicos (sexo, estágio reprodutivo, massa e densidade populacional) e ambientais (estação seca e chuvosa e precipitação) influenciam na variação do tamanho da área de vida destes roedores; (4) verificar se há diferença no tamanho da área de vida entre as três espécies de roedores analisadas; (5) estimar a sobreposição intraespecífica de área para cada uma das espécies; (6) verificar se a condição reprodutiva e a abundância populacional de machos e fêmeas influenciam na sobreposição dos indivíduos.

Para tanto, as seguintes hipóteses foram propostas neste estudo: a área de vida das três espécies de roedores difere: (1) entre os sexos; (2) entre os diferentes estágios reprodutivos; (3) entre as estações seca e chuvosa; (4) entre indivíduos com massas corporais diferentes; (5) com a densidade da população e (6) entre as espécies.

## 1.2. Materiais e Métodos

### 1.2.1. Área de Estudo

Ver Materiais e Métodos item I.

### 1.2.2. Captura dos Animais

Ver Materiais e Métodos item II.

### 1.2.3. Análise dos dados

O tamanho da área de vida de cada indivíduo de *Calomys tener*, *Necomys lasiurus* e *Thalpomys lasiotis* foi estimado pelo método do Mínimo Polígono Convexo (MPC) utilizando o programa ArcGis 9.3 (ESRI, 2009) e a extensão do programa "Animal Movement" (Hooge & Eichenlaub, 1997). As áreas de vida foram calculadas apenas para os indivíduos com cinco ou mais capturas em, no mínimo, cinco estações de captura, assegurando assim uma estimativa mais real, como sugerido e utilizado por muitos autores (e.g. Múrua *et al.*, 1986; Pires *et al.*, 2010). Foram estimadas as áreas de vida mínima, máxima e média para machos e fêmeas das três espécies separadamente. Não foi calculada a área de vida dos indivíduos capturados nas duas grades, uma vez que este movimento ocorreu uma única vez para cada indivíduo e com raros indivíduos, e, assim, estes eventos não foram considerados parte da área de vida de um animal (Burt, 1943; White & Garrott, 1990). Além disso, essa eliminação de eventos raros corrige o problema do aumento da estimativa da área de vida com o aumento do tamanho da amostra e, ainda, elimina os *outliers* antes do cálculo da área de vida (White & Garrott, 1990).

Para verificar se existe relação entre o tamanho da área de vida calculado pelo MPC com o número de recapturas e com o número de meses que o animal foi capturado foi utilizada uma regressão linear. Para verificar se existe diferença significativa no tamanho da área de vida calculada pelo MPC entre os sexos foi realizada uma análise de Covariância (ANCOVA). O número de recapturas de cada indivíduo foi utilizado como covariável, uma vez que foi encontrada relação entre o número de capturas do indivíduo e o tamanho da área de vida estimado.

A sobreposição de área estimada pelo MPC foi calculada utilizando o programa ArcGis 9.3. Ao observar as figuras geradas a partir do cálculo do MPC, puderam-se

registrar os indivíduos que não tiveram suas áreas sobrepostas com nenhum outro indivíduo. Posteriormente, foi calculada a área de interseção dos indivíduos que estavam com sua área de vida sobreposta a um ou mais indivíduos. Entretanto, esta área de interseção foi calculada somente entre pares de indivíduos. Sobreposições menores que 5% foram descartadas. Foi considerada sobreposição de área somente quando os indivíduos foram registrados com mais da metade da permanência na mesma área e no mesmo período que outro indivíduo, de forma a evitar contar como sobreposição uma nova ocupação após a saída do outro. Para os indivíduos que apresentaram sobreposição com mais de um indivíduo do mesmo sexo, foi utilizada a média das sobreposições. A porcentagem da área sobreposta foi calculada pela média dos indivíduos que tiveram a área sobreposta, excluindo-se os indivíduos sem sobreposição.

A Distância Máxima de Movimento (DM) foi utilizada como estimativa de deslocamento e para a investigação dos fatores que influenciam o uso do espaço pelos roedores. A distância máxima percorrida pelos indivíduos foi calculada para cada campanha. Foram incluídos nas análises apenas os indivíduos capturados em três ou mais pontos em uma mesma campanha. Indivíduos jovens foram retirados das análises, por apresentarem pequeno tamanho amostral.

Para verificar se as distâncias de movimentos realizadas pelas três espécies foram significativamente diferentes entre si foi utilizada seleção de modelos e este e sua validação foram realizados conforme protocolo de Zuur *et al.* (2009). Foram empregados modelos lineares mistos utilizando indivíduo como variável aleatória para evitar sobre-estimar o número de amostras independentes (o que resultaria em pseudorepetições). Como não foi verificado incremento no grau de explicação do modelo em função da adição das variáveis ano e mês de amostragem, foi assumida independência temporal dos eventos (Anexo 1-1).

O modelo completo utilizado para as distâncias de movimento entre as espécies foi:

$$\mathbf{MD = intercepto + \beta_1Necromys + \beta_2Thalpomys + erro}$$

sendo que a espécie de referência (representada pelo intercepto) é *C. tener* e  $\beta_1$  e  $\beta_2$  são duas variáveis mudas (*dummy*) para representar o efeito da espécie ser *N. lasiurus* ou *T. lasiotis*. A seleção de modelos foi realizada a partir da remoção sequencial de variáveis independentes em função de resultados de testes de razão de verossimilhança comparando modelos com e sem cada uma das variáveis. O modelo final foi obtido quando estavam presentes no modelo somente variáveis cuja retirada tivesse efeito significativo.

Na avaliação do modelo final, feita pela observação visual de gráficos de resíduos normalizados para averiguar a normalidade, a homocedasticidade e a ausência de padrões foi constatada a necessidade de adicionar um descritor de heterocedasticidade entre espécies (variância em *C.tener*>*T.lasiotis*>*N.lasiurus*). A adição deste componente resultou na redução adicional do AIC o que aprimorou o modelo.

Para verificar os fatores que influenciam a distância de movimento, foi utilizada a seleção de modelos Mínimos Quadrados Generalizados (GLS). O modelo completo considerou como variáveis independentes o sexo, o estágio reprodutivo, a interação entre sexo e estágio reprodutivo, a estação do ano, a interação entre sexo e estação do ano, a massa corporal do indivíduo, a abundância da espécie no mês, a precipitação do mês e o número de capturas. A seleção de modelos e a validação deste foi realizada seguindo protocolo apresentado por Zuur *et al.* (2009) para dados com distribuição normal utilizando o pacote nlme do programa R (Pinheiro *et al.*, 2011). Inicialmente foi verificado se a ‘data de coleta’ influenciou nos valores de MD, ocasionando estrutura de autocorrelação nos dados. Para isso, foi testado se a inclusão de ‘data de coleta’ como fator aleatório no modelo (constituindo assim um modelo misto) melhoraria o ajuste do modelo aferido pelo Critério de Informação de Akaike (AIC). Uma vez que nestas comparações de ajuste, os modelos sem fatores aleatórios tiveram valores menores de AIC, foi considerado que não havia autocorrelação temporal no conjunto de dados que justificasse o uso de modelos mistos para nenhuma das três espécies (Anexo 1-2, Anexo 1-3 e Anexo 1-4). Posteriormente, foi verificada por meio de avaliação de gráficos de resíduos normalizados e comparação de valores de AIC a relevância de se adicionar o descritor de heterocedasticidade nos dados. A seleção de modelos foi realizada a partir da remoção sequencial de variáveis independentes em função de resultados de testes de razão de verossimilhança comparando modelos com e sem cada uma das variáveis. O modelo final foi obtido quando estavam presentes no modelo somente variáveis cuja retirada tivesse efeito significativo. Em cada passo, foi retirada a variável com maior valor de p.

Modelo completo para distâncias do movimento entre os indivíduos:

**DM = sexo + reprodutivo + sexo:reprodutivo + estação + sexo:estação + massa + abundância + precipitação + número de capturas + intercepto + erro**

sendo sexo, reprodutivo e estação variáveis binárias, e as demais, variáveis quantitativas. O modelo final foi validado pela avaliação visual de gráficos de resíduos



normalizados para conferir a normalidade, a homocedasticidade e a ausência de padrões. Todos os modelos foram considerados adequados em relação a estes requisitos.

Para medir a sobreposição mensal de área de vida em cada estação de captura foram verificados o número e o sexo de cada indivíduo registrado. Foram calculados todos os tipos de interações encontrados: intrasexual (fêmea-fêmea (FF) e macho-macho (MM)) ou intersexual (fêmea-macho (FM), fêmea-fêmea-macho (FFM) e fêmea-macho-macho (FMM)). Não foram registrados mais que três indivíduos por estação de captura na mesma campanha. As interações de três indivíduos não foram consideradas para as análises, pois apresentaram tamanho amostral extremamente baixo. Para verificar os fatores que influenciam a sobreposição intraespecífica foram utilizados Modelos Lineares Generalizados (GLM) com distribuição de Poisson. Foi avaliado o número de pontos de armadilhagem em que ocorreram registros de mais de um indivíduo no mês (número de sobreposições do tipo FF, MM, FM, FFM ou FMM) em função do número de machos, de fêmeas, proporção de fêmeas reprodutivas e de machos reprodutivos. O número de registros foi utilizado como covariável.

Modelo completo utilizado para Número de sobreposições:

**Número de sobreposições = exp ( $\beta_1$ .número fêmeas reprodutivas +  $\beta_2$ .número machos reprodutivos +  $\beta_3$ .número fêmeas +  $\beta_4$ .número machos +  $\beta_5$ .número registros + intercepto + erro)**

Partindo do modelo completo, foram retirados os termos sequencialmente em função dos resultados de análises de desviância comparando modelos com e sem cada uma das variáveis. O modelo final foi obtido quando estavam presentes no modelo somente variáveis cuja retirada tivesse efeito significativo na análise de desviância (comparando a diferença da desviância com a distribuição de qui quadrado com um grau de liberdade) (Zuur *et al.*, 2009). Foram examinados visualmente os gráficos de resíduos em função do previsto pelo modelo e de cada uma das variáveis presentes no modelo completo. Quando havia presença de padrões nos resíduos do modelo final, o que podia indicar que (a) não foi considerada alguma variável relevante para explicar os dados ou (b) a presença de relações não lineares mais complexas entre variável dependente e variáveis independentes, foi feita a transformação logarítmica da variável dependente “número de registros”. Não foi encontrada ocorrência de sobredispersão em nenhuma análise. Foi considerado valor atípico qualquer observação que resultasse em distância de Cook maior que 1,0. Nestes casos, foram retiradas as observações e, novamente, foi realizado o protocolo de seleção de modelos e validação. A seleção de

modelos e sua validação foram realizadas seguindo o protocolo apresentado por Zuur *et al.* (2009), utilizando o pacote "stats" do programa R. Todas as análises estatísticas sobre área de vida foram realizadas utilizando o programa R 2.13.0 (R Development Core Team, 2011; Venables *et al.*, 2005).

### 1.3. Resultados

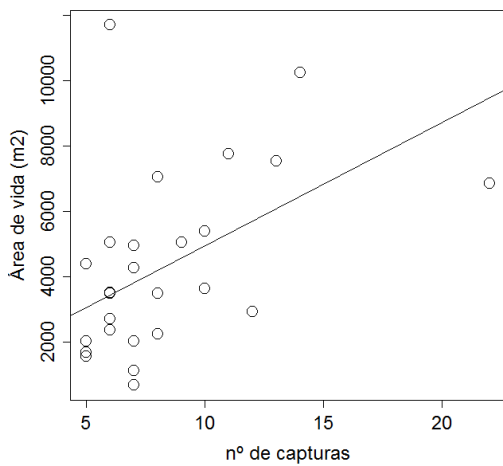
A área de vida de *Calomys tener* foi calculada para 41 indivíduos, sendo 12 fêmeas e 29 machos. Dois indivíduos machos e uma fêmea mudaram de um gradeado para o outro, percorrendo uma distância de 1 km (mudanças de grade foram consideradas observações atípicas sendo desconsideradas nas análises). Para *Thalpomys lasiotis* foram calculadas as áreas de vida de 54 indivíduos, sendo 22 fêmeas e 32 machos. Cinco indivíduos mudaram de uma grade para a outra. Destes, quatro eram fêmeas e um macho. A área de vida foi calculada para 106 indivíduos de *Necromys lasiurus*, sendo 40 fêmeas e 66 machos. Apenas duas fêmeas dessa espécie foram registradas nas duas grades.

Foi encontrada uma relação positiva entre o número de capturas do animal e o tamanho da área de vida estimado para as três espécies de roedores estudadas, exceto para as fêmeas de *C. tener* e *N. lasiurus* (Tabela 1-I; Figura 1.1). Entretanto, só foi encontrada relação entre o tamanho da área de vida e o número de meses que o animal foi capturado ( $p < 0,05$ ) para fêmeas de *N. lasiurus* e *T. lasiotis* (Tabela 1-II).

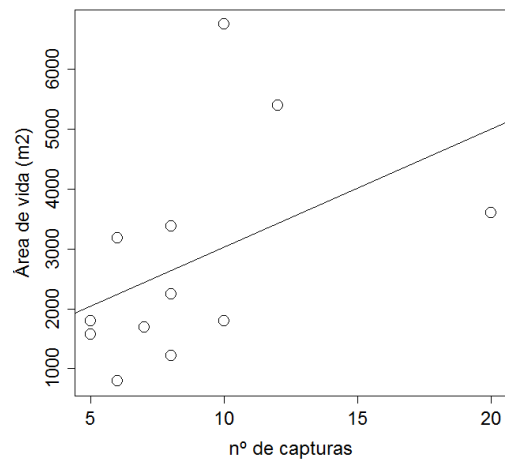
Tabela 1-I - Valor de F (regressão), graus de liberdade (gl),  $r^2$  e valor de p calculado para verificar a relação entre o número de vezes que o animal foi capturado e o tamanho da área de vida estimada, para machos (M) e fêmeas (F) de *Calomys tener*, *Necromys lasiurus* e *Thalpomys lasiotis* na Estação Ecológica de Águas Emendadas, de 2004 a 2009.

Espécie	F		gl		$r^2$		P	
	M	F	M	F	M	F	M	F
<i>C. tener</i>	8,519	2,631	1;27	1;10	0,239	0,208	0,007*	0,135
<i>N. lasiurus</i>	23,65	2,696	1;62	1;38	0,276	0,066	< 0,001*	0,108
<i>T. lasiotis</i>	30,48	6,775	1;30	1;20	0,504	0,253	< 0,001*	0,017*

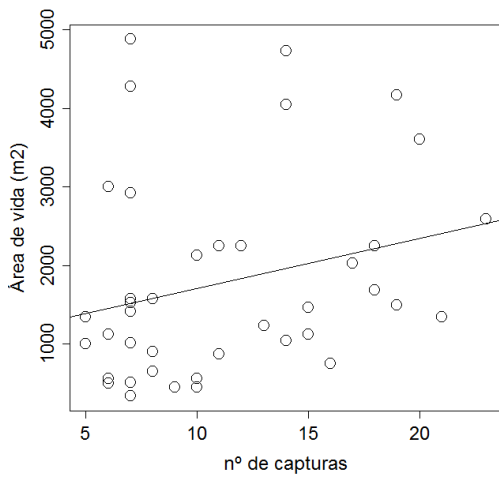
\* efeito significativo



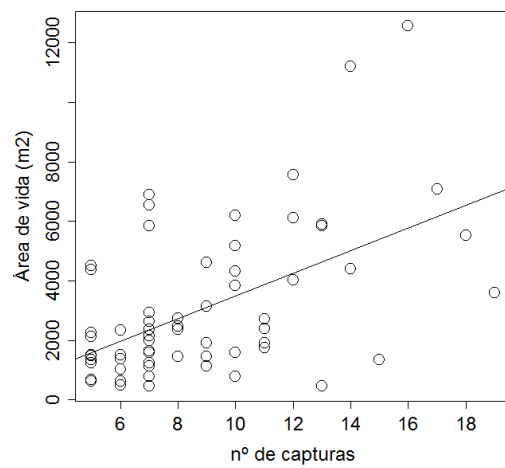
(a)



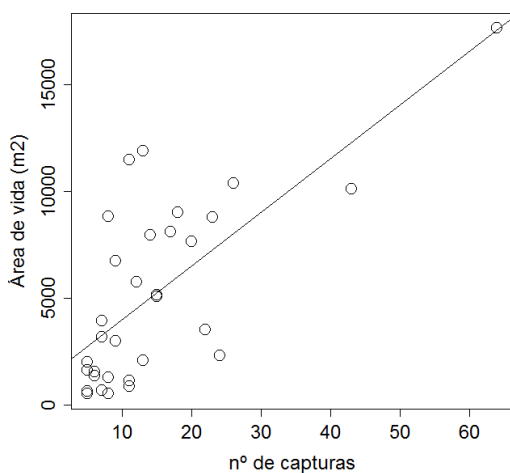
(b)



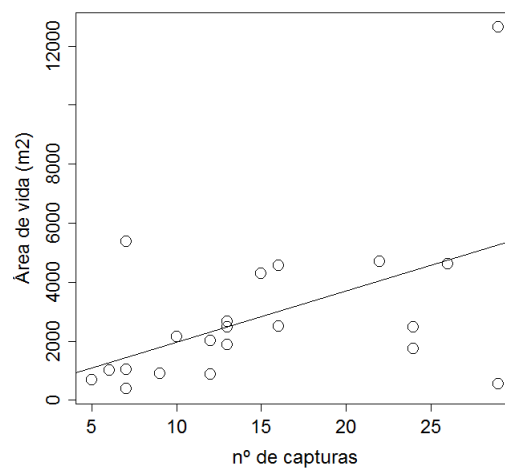
(c)



(d)



(e)



(f)

Figura 1.1 – Número de capturas por indivíduo pela área de vida estimada pelo do Mínimo Polígono Convexo para (a) machos e (b) fêmeas de *Calomys tener*, machos (c) e fêmeas (d) de *Necromys lasiurus*, e machos (e) e fêmeas (f) de *Thalpomys lasiotis* na ESECAE, de 2004 a 2009.

Tabela 1-II - Valor de F, graus de liberdade (gl),  $r^2$  e valor de p calculado pela regressão entre o tamanho da área de vida e o número de meses em que o animal foi capturado, para machos (M) e fêmeas (F) de *Calomys tener*, *Necromys lasiurus* e *Thalpomys lasiotis* na Estação Ecológica de Águas Emendadas, de 2004 a 2009.

Espécie	F		gl		$r^2$		P	
	M	F	M	F	M	F	M	F
<i>C. tener</i>	3,122	0,222	1;27	1;10	0,103	0,021	0,088	0,647
<i>N. lasiurus</i>	3,231	6,847	1;62	1;38	0,049	0,152	0,077	0,012*
<i>T. lasiotis</i>	1,403	32,16	1;30	1;20	0,044	0,616	0,245	<0,001*

\* efeito significativo

*Thalpomys lasiotis* foi a espécie com as maiores estimativas de tamanho de área de vida seguida de *C. tener* (Tabela 1-III). As áreas de vida dos machos foram significativamente maiores do que a das fêmeas para as três espécies: *C. tener* ( $F_{1,37} = 4,417$ ;  $p = 0,042$ ), *N. lasiurus* ( $F_{1,100} = 20,318$ ;  $p < 0,001$ ) e *T. lasiotis* ( $F_{1,50} = 9,402$ ;  $p = 0,003$ ). A média do tamanho da área de vida das espécies estudadas representou entre 10 e 28% da área da grade de estudo. A área de vida máxima foi equivalente a mais de 50% do tamanho da grade de estudo para os machos das três espécies e para as fêmeas de *T. lasiotis* (Tabela 1-IV), mas estes valores se referem a raros indivíduos que permaneceram por longos períodos na grade de estudo.

Tabela 1-III - Área de vida (AV) máxima, mínima e média ( $m^2$ ), calculada para as três espécies de roedores estudadas na Estação Ecológica de Águas Emendadas, entre 2004 e 2009.

Espécie	AV máxima ( $m^2$ )		AV mínima ( $m^2$ )		AV média ( $m^2$ )	
	Machos	Fêmeas	Machos	Fêmeas	Machos	Fêmeas
<i>Calomys tener</i>	11.700	6.750	1.125	787	4.416	2.885
<i>Necromys lasiurus</i>	12.562	4.875	450	337	3.073	1.791
<i>Thalpomys lasiotis</i>	17.659	12.632	500	375	5.146	2.750

Das 12 fêmeas de *C. tener* que tiveram a área de vida estimada por MPC, 58% apresentaram sobreposição intra ou intersexual. Metade das fêmeas foi registrada sobrepondo sua área de vida com outros machos e 42% com outras fêmeas. Dos 29 indivíduos machos de *C. tener*, 55% apresentaram sobreposição de área de vida. Entre machos, a sobreposição também foi maior com outros machos (38%) do que com

fêmeas (20%). Os indivíduos de *C. tener* tiveram suas áreas de vida sobrepostas, no máximo, com dois indivíduos machos e/ou fêmeas.

Tabela 1-IV – Porcentagem da grade (18.225 m<sup>2</sup>) preenchida pela área de vida máxima e média das três espécies de roedores estudadas na Estação Ecológica de Águas Emendadas, entre 2004 e 2009.

Espécie	AV máxima (%)		AV média (%)	
	Machos	Fêmeas	Machos	Fêmeas
<i>Calomys tener</i>	64	37	24	16
<i>Necromys lasiurus</i>	69	27	17	10
<i>Thalpomys lasiotis</i>	97	69	28	15

Para *N. lasiurus*, 72% das fêmeas (28 indivíduos) estavam sobrepostas com outros indivíduos. Destas, mais da metade (56%) foram sobrepostas por machos e apenas 20% por outras fêmeas. Para os machos a sobreposição ocorreu com 61% dos indivíduos, com 37% de sobreposição intersexual e 30% intrasexual. Os indivíduos de *N. lasiurus* tiveram suas áreas de vida sobrepostas, no máximo, por outros três indivíduos tanto machos quanto as fêmeas.

Para *T. lasiotis*, 50% das fêmeas (11 indivíduos) tiveram suas áreas de vida sobrepostas calculada pelo MPC. A sobreposição foi maior com outros machos (32% das fêmeas) do que com outras fêmeas (23%). Entre os machos, 61% (10 indivíduos) tiveram sua área de vida sobreposta. Os machos (59%) sobrepuseram sua área com a de outros machos e 37% com fêmeas. Os indivíduos de *T. lasiotis* tiveram suas áreas de vida sobrepostas com até quatro indivíduos sendo a espécie com maior número de indivíduos sobrepondo a área de vida de outro indivíduo.

A porcentagem de área sobreposta por fêmea-fêmea e fêmea-macho para as três espécies pelo MPC ficou entre 32 a 39%, com exceção de sobreposição fêmea-fêmea para *T. lasiotis* que atingiu 60%. Na sobreposição macho-macho e macho-fêmea, a porcentagem de área sobreposta ficou entre 39 a 55% (Tabela 1-V).

As três espécies apresentaram as distâncias máximas de movimento significativamente diferentes umas das outras (Anexo 1-1). *Calomys tener* apresentou a maior média de distância máxima percorrida seguida de *T. lasiotis* e *N. lasiurus* (Tabela 1-VI). As espécies *N. lasiurus* e *T. lasiotis* apresentaram, respectivamente a DM, em média, 21 m e 12 m a menos que para *C. tener*. O deslocamento médio, máximo e mínimo registrados para as três espécies está apresentado na Tabela 1-VII.

Tabela 1-V – Média da porcentagem da área de vida sobreposta calculada pelo método do Mínimo Polígono Convexo entre os indivíduos que apresentaram sobreposição de área para as três espécies estudadas, durante o estudo realizado de 2004 a 2009, na Estação Ecológica de Águas Emendadas.

	<i>Calomys tener</i>		<i>Necromys lasiurus</i>		<i>Thalpomys lasiotis</i>	
	Fêmeas	Machos	Fêmeas	Machos	Fêmeas	Machos
Fêmeas	32% (n = 5)	36% (n = 6)	34% (n = 8)	32% (n = 23)	60% (n = 5)	39% (n = 12)
Machos	50% (n = 6)	53% (n=11)	49% (n = 23)	40% (n = 19)	55% (n = 7)	55% (n = 19)

Tabela 1-VI - Valor estimado para distância máxima percorrida (DM), erro padrão, graus de liberdade (gl), valor de t e de p encontrados para o modelo selecionado para explicar a variação na distância percorrida entre as três espécies estudadas.

	Estimativa	Erro	gl	Valor de t	Valor de p
Intercepto ( <i>C. tener</i> )	76,759	4,269	223	17,979	< 0,001*
<i>N. lasiurus</i>	-21,338	4,649	219	-4,590	< 0,001*
<i>T. lasiotis</i>	-11,878	4,875	219	-2,436	0,015*

\*efeito significativo

Tabela 1-VII – Distância de movimento (MD) máxima, mínima e média (em metros), calculada para as três espécies de roedores estudadas na Estação Ecológica de Águas Emendadas, entre 2004 e 2009.

Espécie	DMmáx (m)		DMmín (m)		DMmédia (m)	
	Macho	Fêmea	Macho	Fêmea	Machos	Fêmeas
<i>C. tener</i>	154,4	138,3	21,21	30	80,7 (n = 50)	67,0 (n = 19)
<i>N. lasiurus</i>	138,3	135,8	21,21	21,21	59,2 (n = 124)	48,6 (n = 79)
<i>T. lasiotis</i>	171,0	154,4	15	21,21	73,8 (n = 103)	55,6 (n = 69)

Nenhuma variável testada foi significativa para explicar a variação na distância máxima percorrida por *C. tener* (Anexo 1-5; Tabela 1-VIII). A variação no deslocamento de *N. lasiurus* foi determinada apenas pelo sexo (Anexo 1-6; Anexo 1-7; Tabela 1-VIII). Os machos apresentaram DM significativamente maior do que as fêmeas ( $p = 0,005$ ). O valor médio estimado para o deslocamento desta espécie foi de 49,3 (desvio padrão: d.p. 2,8) m para as fêmeas e de 59,5 (d.p. 3,6) m para os machos (Tabela 1-IX). Não foi encontrada diferença entre a distância percorrida por indivíduos de *N. lasiurus* entre as estações do ano nem entre os diferentes estágios reprodutivos.

Para *T. lasiotis* a distância percorrida pelos machos foi significativamente maior do que a das fêmeas (Tabela 1-VIII; Tabela 1-X). A distância de movimento também foi similar entre a estação seca e a chuvosa (Anexo 1-8), como registrada para *N. lasiurus*. A DM também não variou entre os diferentes estágios reprodutivos (Anexo 1-8). A variação na distância percorrida por *T. lasiotis* foi determinada pelo sexo do indivíduo ( $p < 0,001$ ), pela abundância da espécie na grade ( $p = 0,001$ ), e pelo número de capturas de cada indivíduo ( $< 0,001$ ) (Anexo 1-8; Tabela 1-VIII; Tabela 1-X). O valor estimado de deslocamento para a espécie foi de  $37,14 \text{ m (d.p. 7,04)} + 1,04 \text{ (d.p. 0,33)} \times$  abundância +  $6,49 \text{ (d.p. 1,64)} \times$  número de capturas d.p. 23,89 para as fêmeas e de  $53,28 \text{ m (d.p. 3,5)} + 1,04 \text{ (d.p. 0,33)} \times$  abundância +  $6,49 \text{ (d.p. 1,64)} \times$  número de capturas para os machos d.p. 23,89 (Tabela 1-X).

Tabela 1-VIII – Modelo selecionado para explicar a variação na área de vida de cada espécie, valor de t, e valor de p.

<b>Espécie</b>	<b>Modelo</b>	<b>Valor de t</b>	<b>Valor de p</b>
<i>Calomys tener</i>	DM ~ 1		
<i>Necromys lasiurus</i>	DM ~ sexo	2,814	0,005
<i>Thalpomys lasiotis</i>	DM ~ sexo + abund + ncap	Sexo = 4,546 Abund = -3,167 Ncap = 3,943	Sexo < 0,001 Abund = 0,001 Ncap < 0,001

Abund – abundância de *Thalpomys lasiotis*; ncap – número de capturas

Tabela 1-IX – Valor médio estimado para distância percorrida (DM) por *Necromys lasiurus*, erro padrão, valor de t e valor de p encontrado para o modelo selecionado (DM ~ sexo).

	<b>Valor</b>	<b>Erro padrão</b>	<b>Valor de t</b>	<b>Valor de p</b>
Intercepto (Fêmea)	49,349	2,768	17,826	< 0,001*
Sexo Macho	10,114	3,594	2,814	0,005*

\*efeito significativo

Para as três espécies estudadas, em mais de 90% dos pontos foi registrado apenas um indivíduo por ponto de captura (Tabela 1-XI). Entre as sobreposições de dois indivíduos as menos frequentes (<2%) foram as interações fêmea-fêmea e as mais frequentes foram aquelas de fêmea-macho (3-6%). Para *C. tener* o número de interações macho-macho e fêmea-macho foi muito semelhante (Figura 1.2). Para *N. lasiurus* a sobreposição com o mesmo sexo (macho-macho e fêmea-fêmea) foram

similares. Entretanto, ocorreu o dobro de sobreposições fêmea-macho (Figura 1.3). Para *T. lasiotis* a sobreposição fêmea-fêmea foi a menos registrada e a sobreposição fêmea-macho foi a mais comum para esta espécie (Figura 1.4; Tabela 1-XI).

Tabela 1-X - Valor médio estimado para distância percorrida (DM) por *Thalpomys lasiotis*, erro padrão, valor de t e valor de p encontrado para o modelo selecionado (DM ~ sexo + abundância + ncap).

	<b>Valor</b>	<b>Erro padrão</b>	<b>Valor t</b>	<b>Valor p</b>
Intercepto (Fêmea)	37,137	7,038	5,276	< 0,001*
Sexo Macho	16,139	3,549	4,546	< 0,001*
Abund	-1,043	0,329	-3,167	0,001*
ncap	6,486	1,645	3,943	< 0,001*

\*efeito significativo. Abund – abundância de *Thalpomys lasiotis*; ncap – número de capturas

Tabela 1-XI – Número de pontos onde foram capturados animais solitários e pontos onde foram capturados mais de um indivíduo (F = fêmeas; M = machos), na Estação Ecológica de Águas Emendadas, de 2004 a 2009.

<b>Espécie</b>	<b>1 ind</b>	<b>FF</b>	<b>MM</b>	<b>FM</b>	<b>FFM</b>	<b>FMM</b>
<i>Calomys tener</i>	645	4	23	22	0	2
<i>Necromys lasiurus</i>	1566	33	34	77	4	3
<i>Thalpomys lasiotis</i>	860	10	21	58	0	3

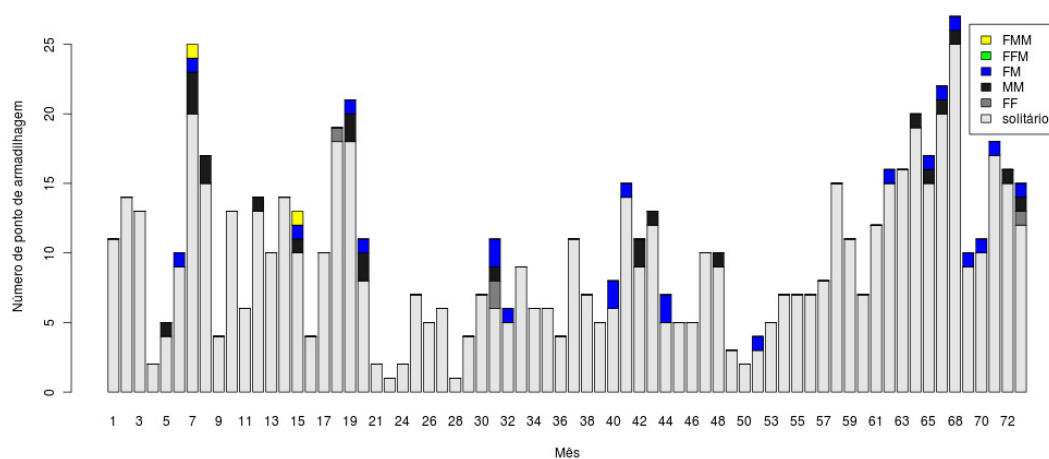


Figura 1.2 – Número de pontos de armadilhagem por mês na Estação Ecológica de Águas Emendadas de janeiro/2004 a dezembro/2009, onde foram registrados indivíduos solitários, sobreposições fêmea-fêmea (FF), macho-macho (MM), fêmea-macho (FM), fêmea-fêmea-macho, fêmea-macho-macho da espécie *Calomys tener*.



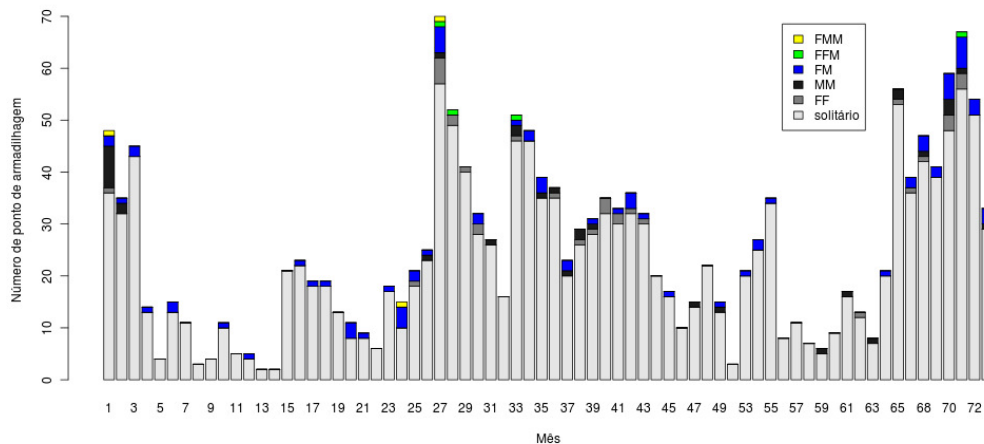


Figura 1.3 - Número de pontos de armadilhagem por mês na Estação Ecológica de Águas Emendadas de janeiro/2004 a dezembro/2009, onde foram registrados indivíduos solitários, sobreposições fêmea-fêmea (FF), macho-macho (MM), fêmea-macho (FM), fêmea-fêmea-macho, fêmea-macho-macho da espécie *Necromys lasiurus*.

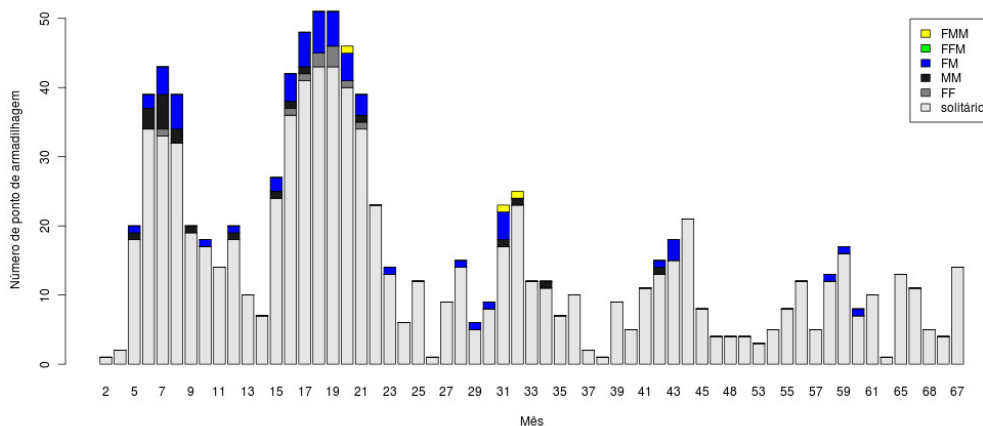


Figura 1.4 - Número de pontos de armadilhagem por mês na Estação Ecológica de Águas Emendadas de janeiro/2004 a dezembro/2009, onde foram registrados indivíduos solitários, sobreposições fêmea-fêmea (FF), macho-macho (MM), fêmea-macho (FM), fêmea-fêmea-macho, fêmea-macho-macho da espécie *Thalpomys lasiotis*.

A sobreposição de fêmea-fêmea foi relacionada com o número de fêmeas encontradas para as espécies *C. tener* (Anexo 1-9 e Anexo 1-10) e *N. lasiurus* (Anexo 1-11 e Anexo 1-12) e, para a última, a sobreposição foi relacionada negativamente com o número de machos (Tabela 1-XII). Para *T. lasiotis* a variação na sobreposição fêmea-

fêmea não foi relacionada aos fatores biológicos medidos, sendo determinada apenas pelo número de registros (Anexo 1-13 e Anexo 1-14). A sobreposição macho-macho teve relação positiva com o número de machos para as três espécies estudadas. Para *N. lasiurus* a variável número de fêmeas reprodutivas também foi relacionada positivamente com a sobreposição macho-macho (Tabela 1-XII). A sobreposição fêmea-macho de *C. tener* foi explicada pelo número de fêmeas. Para as espécies *N. lasiurus* e *T. lasiotis* não foram identificados qualquer fator que explicasse a sobreposição fêmea-macho. A variação no número de indivíduos registrados solitário no ponto de armadilhagem foi devido ao número de registros para as três espécies.

Tabela 1-XII – Modelo selecionado para cada uma das sobreposições registradas e onde foram encontrados animais sem sobreposição, valor de Z, valor de p e proporção da variação explicada (VE), encontrada para as três espécies estudadas.

	<b>Modelo</b>	<b>Valor Z</b>	<b>Valor p</b>	<b>VE</b>
<i>Calomys tener</i>				
FF	FF ~ nF	2,382	0,017	0,411
MM	MM ~ nM	5,726	< 0,001	0,444
FM	FM ~ nF	3,198	0,001	0,177
SS	SS ~ nRegistros	12,743	< 0,001	0,904
<i>Necomys lasiurus</i>				
FF	FF ~ nF + nM	nF = 5,816 nM = -2,963	nF < 0,001 nM = 0,003	0,607
MM	MM ~ nFreprodutiva + nM	nFreprodutiva = 2,734 nM = 7,668	nFreprodutiva = 0,006 nM = 0,001	0,598
FM	FM ~ nRegistros	6,768	< 0,001	0,363
SS	SS ~ nRegistros	23,235	< 0,001	0,963
<i>Thalpomys lasiotis</i>				
FF	FF ~ nRegistros	3,311	0,0009	0,872
MM	MM ~ nM	6,486	< 0,001	0,655
FM	FM ~ nRegistros	9,210	< 0,001	0,672
SS	SS ~ nM + nRegistros	nM = -2,009 nRegistros = 12,865	nM = 0,04 nRegistros < 0,001	0,984

FF – pontos de armadilhagem com com duas fêmeas; MM – ponto de armadilhagem com dois machos; FM – ponto de armadilhagem com um macho e uma fêmea; SS – animais sem sobreposição; nF – número de fêmeas; nM – número de machos; nRegistros – número de registros; nFreprodutivas – número de fêmeas reprodutivas.

#### 1.4. Discussão

O método de estimativa de área de vida denominado de Mínimo Polígono Convexo (MPC) tem a vantagem de ser simples, flexível na forma e fácil de calcular (White & Garrott, 1990). Este método é o mais antigo utilizado para o cálculo de área de vida (White & Garrott, 1990) e a sua utilização é muitas vezes justificada para propósitos comparativos. Para a realização do MPC os pontos devem ser independentes e as coletas separadas pelo tempo, evitando assim que as áreas de vida sejam subestimadas (Fernandez, 1995).

O fato de que a estimativa da área de vida aumenta com o aumento de capturas (Jennrich & Turner, 1969) é uma grande desvantagem do método MPC. Quando ocorre o efeito do número de capturas é necessário a remoção deste na análise, considerando o número de recapturas como covariável (Priotto *et al.*, 2002). Neste estudo, foi verificado que a estimativa da área de vida dos animais aumentou significativamente com o aumento do número de recapturas.

*Necromys lasiurus*, apesar de ser a maior espécie em massa corporal, apresentou as menores estimativas de área de vida e o menor período de permanência na grade enquanto *T. lasiotis* apresentou maiores estimativas de área de vida e longos períodos de permanência na grade.

As estimativas de área de vida podem ser subestimadas quando a grade não é muito maior que a área de vida do animal ou quando o número de capturas é insuficiente para o cálculo do tamanho da área de vida de forma mais acurada (White & Garrott, 1990; Pires *et al.*, 2010). A área de vida máxima encontrada para os machos de *T. lasiotis* foi muito próxima ao tamanho da grade. Entretanto, foi calculada a área de vida destes animais (dois indivíduos) durante todo o período de permanência na grade (período semelhante a estimativa de vida destes roedores), incluindo mais de uma estação do ano. A média da área de vida das espécies foi de 20% do tamanho da grade, indicando que esta possui tamanho razoável para o estudo de área de vida.

As inferências feitas a partir da análise de área de vida são baseadas na variação do tamanho da área de vida dos indivíduos, assim o poder da análise vai depender também do número de indivíduos amostrados (Börger *et al.*, 2006). Os fatores temporais e as diferenças individuais, associado a um baixo número de indivíduos, podem interferir nos resultados das estimativas. O método MPC estima a área de vida dos indivíduos no período que ele é capturado ou em um determinado evento, como as

estações do ano. Uma desvantagem do MPC é que os fatores que podem influenciar a área de vida dos indivíduos, como as variações no estado reprodutivo, desenvolvimento, massa corporal, precipitação pluviométrica e abundância da espécie se modificam durante o período em que a área de vida foi estimada. Apesar de todas as críticas sobre as estimativas de área de vida pelo MPC, estas estimativas, se medida seguindo recomendações, fornecem razoável estimativa do tamanho mínimo da área de vida que uma espécie requer (Belcher & Darrant, 2004), servindo como ferramenta para a conservação e manejo de espécies.

O tamanho da área de vida estimada para *C. tener* foi superior ao registrado no único estudo prévio encontrado com dados de área de vida desta espécie (Tabela 1-XIII). O tamanho da área de vida de *N. lasiurus* foi calculado pelo método MPC em diferentes estudos realizados em diversos biomas (Tabela 1-XIII). A área de vida estimada neste estudo foi semelhante à encontrada em outros estudos realizados no Cerrado (Alho & Pereira, 1985) e na Mata Atlântica (Pires *et al.*, 2010). Entretanto, a área de vida encontrada para *N. lasiurus* nos enclaves de Cerrado no bioma Amazônico (Magnusson *et al.*, 1995) foi superior (Tabela 1-XIII). Os cálculos foram realizados com a mesma metodologia, porém com diferenças no número mínimo de registros, no período em que foram agrupados os dados e no tempo de estudo. As estimativas de tamanho de área de vida encontradas para *T. lasiotis* foram maiores do que as encontradas em outros dois estudos prévios (Tabela 1-XIII). No caso dessa espécie, o tamanho da área de vida foi fortemente relacionado com o número de registros. Os indivíduos permaneceram na grade de estudo por longos períodos se comparado com as outras duas espécies, o que contribuiu para esta espécie apresentar uma maior área de vida em relação às outras duas.

Para as três espécies foram encontrados apenas dez indivíduos que mudaram de grade durante o período do estudo. As grades ficam a 1km uma da outra, distância muito maior que a estimativa de área de vida destas espécies. Nenhum indivíduo que foi para a outra grade retornou à sua grade de origem, o que pode ser considerado como um movimento de dispersão.

Tabela 1-XIII – Ambiente em que o estudo foi realizado, tamanho da área de vida em m<sup>2</sup> (AV) estimada pelo Mínimo Polígono Convexo, número mínimo de sessões de armadilhagem e de capturas do indivíduo (sessões/capturas), período em que o estudo foi realizado, tamanho da grade de estudo e referência bibliográfica.

Ambiente	AV (m <sup>2</sup> )	Sessões/capturas	Período	Tamanho da grade	Autor
<b><i>Necromys lasiurus</i></b>					
Cerrado <i>sensu stricto</i> , DF	967,9 ♂ 619,6 ♀	4 / 4	10/1978 – 06/1979	1,3 ha	Alho & Souza, 1982
Cerrado <i>sensu stricto</i> , DF	2.165	4 / 4	11/1980 – 10/1981	16 ha	Alho & Pereira, 1985
Cerrado, DF	1.800	?	01/1980 – 12/1984	1 -16 ha	Alho <i>et al.</i> , 1986
Cerrado Amazônico, PA	4.138 - 21.880 ♂ 1.317 - 5.480 ♀	2 / 2	07/1985 – 01/1989	3 – 10 ha	Magnusson <i>et al.</i> , 1995
Área de campo entre Mata Atlântica, RJ	2.400 ♂ 1.400 ♀	2 / 5	03/1998 – 02/1999	2,5 ha	Pires <i>et al.</i> , 2010
Área de campo no Cerrado, DF	3.000 ♂ 1.790 ♀	5 / 5	01/2004 – 12/2009	1,8 ha	Presente estudo
<b><i>Calomys tener</i></b>					
Área de campo no Cerrado, DF	100 - 1.000	?	01/1980 – 12/1984	3,6 ha	Alho <i>et al.</i> , 1986
Área de campo no Cerrado, DF	4.416 ♂ 2.885 ♀	5 / 5	01/2004 – 12/2009	1,8 ha	Presente estudo
<b><i>Thalpomys lasiotis</i></b>					
Cerrado, DF	2.693	?	01/1980 – 12/1984	16 ha	Alho <i>et al.</i> , 1986
Cerrado <i>sensu stricto</i> , DF	2.278	4 / 4	11/1980 – 10/1981	16 ha	Alho & Pereira, 1985
Área de campo no Cerrado, DF	5.146 ♂ 2.750 ♀	5 / 5	01/2004 – 12/2009	1,8 ha	Presente estudo

Os machos das três espécies apresentaram maiores áreas de vida do que as fêmeas, calculada pelo MPC. Isto corrobora o encontrado em estudos prévios, como por exemplo, em *N. lasiurus* no Cerrado do Brasil central (Alho & Souza, 1982), no Cerrado Amazônico (Magnusson *et al.*, 1995) e na Mata Atlântica (Pires *et al.*, 2010). Estudos realizados com outras espécies de mamíferos (Ostfeld, 1985; Belcher & Darrant, 2004) e com outros grupos de vertebrados como lagartos (Perry & Garland, 2002) também registraram diferenças no padrão do tamanho da área de vida de machos e fêmeas. Entretanto, em outro estudo, não foram encontradas diferenças significativas no tamanho da área de vida de machos e fêmeas de *N. lasiurus*, *T. lasiotis* e para outras três espécies de roedores do Cerrado incluindo *C. callosus* Rengger, 1830 (Alho & Pereira, 1985). O tamanho da área de vida também não diferiu entre machos e fêmeas para o roedor *Oryzomys russatus* (Wagner 1848) na Mata Atlântica (Bergallo & Magnusson, 2004).

A sobreposição medida pelo MPC foi maior para os indivíduos machos do que para as fêmeas para as três espécies. Foram registradas mais sobreposições macho-macho do que fêmea-fêmea.

*Calomys tener* apresentou as maiores estimativas de distância de movimento, seguida por *T. lasiotis* e *N. lasiurus*. Utilizando o MPC *T. lasiotis* apresentou área de vida maior que *C. tener*, possivelmente devido à longa persistência da grade da espécie *T. lasiotis*. O número de capturas de cada indivíduo também influencia a estimativa de DM e deve ser levado em conta no modelo, mesmo apresentando uma menor variação (3-6 capturas) no número de recapturas que as estimativas calculadas pelo MPC. *Thalpomys lasiotis* foi a única espécie em que o número de capturas do indivíduo foi responsável pela variação nos dados de distância de movimento e considerado como fator importante no modelo selecionado. A estimativa média de DM para *N. lasiurus* foi de 50 m para os machos e 40 m para as fêmeas (período máximo de seis dias), resultado semelhante ao encontrado para esta mesma espécie quando medido o deslocamento em 24 h por meio de carretel e linha que foi de 42 m (Vieira *et al.*, 2005). Estes resultados sugerem que DM fornece boa estimativa de movimento em curtos períodos.

Pelo método de distância de movimento, *N. lasiurus* e *T. lasiotis* apresentaram diferenças significativas entre os machos e as fêmeas, mas para *C. tener* não foi encontrada diferença entre os sexos. Püttker *et al.* (2006), utilizaram o método de distâncias de movimento (MD) e encontraram que entre sete espécies de roedores estudadas apenas três apresentaram diferenças significativas nas distâncias percorridas

entre as sucessivas capturas, incluindo *O. russatus*. Para essa última espécie quando a área de vida foi analisada pelo método do Mínimo Polígono Convexo, o resultado foi divergente.

Diversos outros fatores podem influenciar a diferença na estimativa de área de vida de machos e fêmeas. A diferença entre machos e fêmeas pode estar largamente atribuída ao dimorfismo sexual principalmente pelas diferenças na massa corporal (Harestad & Bunnell, 1979). *Calomys tener* não apresentou dimorfismo sexual em relação à massa corporal (indivíduos machos e fêmeas tiveram a mesma massa corporal nas diferentes categorias da estrutura etária) e foi a única espécie que não apresentou diferenças significativas no deslocamento mensal de machos e fêmeas. Os machos e fêmeas também podem apresentar diferenças na área de vida devido às variações na disponibilidade do recurso alimentar (Ostfeld, 1985). As diferenças entre áreas de vida de machos e fêmeas refletem a interferência evolutiva de diferentes comportamentos reprodutivos. Em espécies promíscuas, com machos poligâmicos, é esperado que os machos tenham a área de vida maior que as fêmeas, uma vez que eles aumentam o seu movimento efetivo para acessar as fêmeas (Gaulin & Fitzgerald, 1986). Machos de iguanas possuem uma área de vida maior na estação reprodutiva enquanto nos outros períodos não apresentam diferenças significativas (Perry & Garland, 2002). Deste modo, o tamanho da área de vida pode variar entre machos e fêmeas devido às diferenças na dieta e também entre estações reprodutivas e não reprodutivas. Entretanto, no presente estudo, não foi detectada variação no tamanho da área de vida em função do estágio reprodutivo de machos e fêmeas para nenhuma das três espécies de cricetídeos.

Em geral, quando as fêmeas são agregadas, os machos tendem a defender os territórios em que elas se encontram, mas quando as fêmeas são uniformemente distribuídas poderia se esperar que os machos assumissem uma forma não territorial (Ostfeld, 1985). Muitos autores sugerem que a distribuição espacial de fêmeas depende fortemente da abundância, distribuição e renovação das taxas de recursos alimentares, enquanto o padrão exibido pelos machos maximiza o acesso às fêmeas reprodutivas (Ostfeld, 1985; Perry & Garland, 2002). A territorialidade em fêmeas pode ser mais expressiva apenas em situações onde o recurso alimentar for mais escasso (Ostfeld, 1985). As maiores distâncias percorridas pelos machos fazem parte da estratégia de acesso às fêmeas, enquanto as menores amplitudes do movimento das fêmeas refletem o comportamento territorial para a proteção da prole (Wolff *et al.*, 1994 & Gomez *et al.*, 2010). Os machos de *N. lasiurus* apresentaram maiores áreas de vida, com sobreposição

inter e intrasexual enquanto as fêmeas apresentaram menores áreas de vida, com pequena ou nenhuma sobreposição entre as áreas de vida de fêmeas adultas (Pires *et al.*, 2010). Estes padrões sugerem que esta espécie, assim com as outras duas espécies estudadas em que a área de vida das fêmeas também foi significativamente menor que as áreas de vida dos machos, tem um sistema de acasalamento promíscuo (Perry & Garland, 2002). Essa indicação já foi registrada para a espécie *N. lasiurus* no Cerrado (Magnusson *et al.*, 1995) e na Mata Atlântica (Pires *et al.*, 2010). O fato das fêmeas não alterarem a área de vida entre as estações seca e chuvosa pode ser devido à grande disponibilidade de sementes de gramíneas (observação pessoal) na estação seca em contrapartida à alta abundância de frutos e insetos na estação chuvosa (Proença *et al.*, 2000; Pinheiro *et al.*, 2002; Oliveira & Frizzas, 2008; Silva *et al.*, 2011).

O aumento da massa corporal está associado com o aumento do tamanho da área de vida e da territorialidade tanto para os carnívoros quanto para os não carnívoros (Harestad & Bunnell, 1979). Carnívoros possuem maior área de vida que um herbívoro de tamanho similar. Os onívoros apresentam a área de vida de tamanho intermediário, mas o aumento da massa corporal não foi associado a um grande aumento na área de vida, como encontrado para carnívoros e herbívoros (Harestad & Bunnell, 1979). Para lagartos, foi sugerido que animais onívoros possuem menores áreas de vida que espécies com outras dietas e que os carnívoros possuem maiores áreas de vida (Perry & Garland, 2002). No presente trabalho, não foi evidenciado que o tamanho da área de vida aumenta de acordo com o aumento da massa corporal para as três espécies de cricetídeos. Inclusive, a menor espécie apresentou maior distância de movimento, enquanto a maior espécie apresentou as menores distâncias. Estas espécies podem ser consideradas onívoras, pois se alimentam de diferentes itens alimentares incluindo insetos, frutos e grãos (Marinho-Filho *et al.*, 2002; Layme *et al.*, 2004; Couto & Talamoni, 2005) o que pode explicar a não associação da massa com a área de vida destas espécies. Além disso, as diferenças encontradas nos trabalhos citados são em grande escala, quando comparado as espécies estudadas nos estudos citados.

Estudos anteriores verificaram que, para a espécie *N. lasiurus*, houve diferença na área de vida quando comparados os diferentes períodos de amostragem (Alho & Souza, 1982) e entre anos (Magnusson *et al.*, 1995). Estes autores sugeriram que as diferenças encontradas entre os anos, apesar de não terem sido testadas quais variáveis poderiam ter ocasionado estas mudanças, poderiam ser explicadas pela ocorrência de queimadas, ou ainda pela precipitação e disponibilidade de alimento.



A área de vida apresentou resultados variáveis com as estações do ano. Alguns estudos encontraram que o tamanho da área de vida, para algumas espécies na região de Cerrado e da Mata Atlântica, não varia entre as estações seca e chuvosa (Alho & Pereira, 1985; Bergallo & Magnusson, 2004). Entretanto, para *N. lasiurus* já foram registradas diferenças significativas no tamanho da área de vida entre as estações do ano (Magnusson *et al.*, 1995). Para essa mesma espécie, na Mata Atlântica, não foi encontrada diferença significativa no tamanho da área de vida dos machos entre as estações seca e chuvosa, mas a área de vida das fêmeas foi significativamente maior na estação seca (Pires *et al.*, 2010). No presente estudo não foram encontradas diferenças no tamanho da área de vida entre as estações seca e chuvosa nem para machos nem para fêmeas de nenhuma das três espécies estudadas.

Há uma diminuição do tamanho da área de vida com o aumento da densidade (Ambrose, 1973; Erlinge *et al.*, 1990), como já encontrado para ambos os sexos de *Calomys venustus* (Thomas, 1894) (Priotto *et al.*, 2002). No presente trabalho, o tamanho da área de vida também foi relacionado negativamente com a abundância da população na grade, mas apenas para a espécie *T. lasiotis*. Os fatores que afetam o tamanho da área de vida de pequenos mamíferos podem variar temporalmente, podendo um determinado parâmetro ser significativo em um dado momento e sem importância em outra situação. Indivíduos podem mudar seu comportamento em períodos de maior escassez ou de disponibilidade de recurso alimentar e isso pode afetar o tamanho da área de vida. A área de vida decresce com o aumento da disponibilidade de alimento (Mares *et al.*, 1976). É importante ressaltar que a variação individual também influencia o tamanho da área de vida do animal (Mares *et al.*, 1980). O tamanho, a forma da área de vida e a intensidade da atividade espacial e temporal variam consideravelmente entre os indivíduos. Esta plasticidade permite que um animal possa modificar seu comportamento de acordo com as condições ambientais locais (Ambrose, 1973).

Em um estudo realizado com dados de telemetria, a maior parte da variação da área de vida de *Capreolus capreolus* (Linnaeus 1758) foi devido às diferenças entre os indivíduos (40 a 95%) (Börger *et al.*, 2006). A segunda explicação dessa variação foi o número de dias amostrados (tamanho da amostra). A diferença entre os sexos explicou apenas 0,5% da variação (Börger *et al.*, 2006). No presente trabalho a variação do tamanho da área de vida foi explicada pelas diferenças entre os sexos e pelo número de capturas. As variáveis sazonalidade e massa corporal não explicaram as variações no tamanho da área de vida.

A espécie *C. tener* apresentou a sobreposição intrasexual determinada pelo número de indivíduos do mesmo sexo e a sobreposição intersexual determinada pelo número de fêmeas. Para a espécie *N. lasiurus* a sobreposição de áreas de macho com outro macho foi relacionada com o período reprodutivo das fêmeas e com a abundância de indivíduos machos. Esta sobreposição foi proporcionalmente baixa se comparada com as outras espécies. Entretanto, no período reprodutivo, os machos aumentam a sobreposição de área com outros machos. O aumento na densidade de indivíduos do mesmo sexo aumenta o número de sobreposições intrasexuais. Para a espécie *T. lasiotis* apenas a sobreposição macho-macho foi determinada pela abundância de machos. Todas as outras sobreposições foram determinadas apenas pelo número de registros.

As sobreposições entre os indivíduos machos foram relativamente grandes. É importante notar que na maioria das estações de captura os indivíduos foram registrados solitários. Apesar desses animais possuírem comportamento solitário, a variação nos registros solitários foram explicadas apenas pelo número de registros.

As três espécies estudadas apresentaram diferenças significativas no deslocamento. *Calomys tener*, que é a menor espécie estudada, apresentou maior distância de movimento seguida de *T. lasiotis* e *N. lasiurus*, que é a maior espécie. O fator biológico massa corporal não influenciou no tamanho da área de vida destas espécies. Características comportamentais, fisiológicas ou outros fatores biológicos como densidade populacional podem estar influenciando na diferença no deslocamento destas espécies.

## Conclusões

A hipótese de que a área de vida varia entre os sexos para os roedores foi corroborada por este estudo. A distância de deslocamento (semanal) foi diferente entre os sexos, exceto para *Calomys tener*. Entretanto, área de vida percorrida pelos indivíduos desta espécie em todo período de estudo foi diferente para machos e fêmeas. A hipótese da existência de diferença no deslocamento dos indivíduos entre os períodos reprodutivos e não reprodutivos foi rejeitada para as três espécies estudadas. Os machos não aumentaram a área de vida no período reprodutivo das fêmeas, apenas houve um aumento na sobreposição macho-macho. As fêmeas também não apresentaram variação na área de vida devido à reprodução. Foi rejeitada também a hipótese que a área de vida varia entre as estações do ano para as três espécies. Como estes roedores são considerados onívoros, por se alimentarem de sementes, frutos e insetos, elas podem encontrar alimento disponível durante todo o ano nestas áreas de campo. Não foi encontrada relação entre o deslocamento e a massa corporal dos indivíduos de cada espécie estudada. Entre as espécies também não foi detectada nenhuma relação entre o tamanho da área de vida das espécies com a massa corporal, uma vez que a menor espécie apresentou maior deslocamento e a maior espécie apresentou menor deslocamento. A abundância da espécie não influenciou o tamanho da área de vida de *C. tener* e para *Necromys lasiurus*, porém foi relacionada negativamente com *Thalpomys lasiotis*. Entretanto, a abundância populacional interferiu na sobreposição dos indivíduos para as três espécies, demonstrando a interferência de um indivíduo no uso do espaço por outro indivíduo. Foi corroborada a hipótese que a sobreposição intraespecífica é menor entre as fêmeas do que entre os machos. Os machos apresentaram maiores áreas de vida do que as fêmeas e parecem explorar mais o ambiente à procura destas. A hipótese de que existe diferença significativa no tamanho da área de vida entre as espécies foi corroborada. Fatores como comportamento e densidade populacional podem estar influenciando na diferença de deslocamento destas espécies.

## 1.5. Referências Bibliográficas

- ALHO, C. J. R. & SOUZA, M. J. 1982. Home range and use of space in *Zygodontomys lasiurus* (Cricetidae, Rodentia) in the central Brazil. *Annals of Carnegie Museum*, 51: 127-132.
- ALHO, C. J. R. & PEREIRA, L. A. 1985. Population ecology of a Cerrado rodent community in central Brazil. *Revista Brasileira de Biologia*, 45(4): 597-607.
- AMBROSE, H. W. 1973. An experimental study of some factors affecting the spatial and temporal activity of *Microtus pennsylvanicus*. *Journal of Mammalogy*, 54(1): 79-110.
- BELCHER, C. A. & DARRANT, J. P. 2004. Home range and spatial organization of the marsupial carnivore, *Dasyurus maculatus maculatus* (Marsupialia: Dasyuridae) in south-eastern Australia. *Journal of Zoology*, 262: 271-280.
- BERGALLO, H. G. & MAGNUSSON, W. E. 2004. Factors affecting the use of space by two rodent species in Brazilian Atlantic forest. *Mammalia*, 68: 121-132.
- BÖRGER, L.; FRANCONI, N.; MICHELE, G.; GANTZ, A.; MESCHI, F.; MANICA, A.; LOVARI, S. & COULSON, T. 2006. Effects of sampling regime on the mean and variance of home range size estimates. *Journal of Animal Ecology*, 75: 1393-1405.
- BURT, W. H. 1943. Territoriality and home range concepts as applied to mammals. *Journal of Mammalogy*, 24(3): 346-352.
- CÁCERES, N. C. & MONTEIRO-FILHO, E. L. A. 2006. Uso do espaço por marsupiais: fatores influentes, comportamento e heterogeneidade espacial. Pp. 203-215. *In: Cáceres, N. C. & Monteiro-Filho, E. L. A. (Org). Os marsupiais do Brasil: biologia, ecologia e evolução. Editora UFMS. Campo Grande, MS. 364p.*
- DAVIS, D. E. 1945. The home range of some Brazilian mammals. *Journal of Mammalogy*, 26(2): 119-127.
- ERLINGE, S.; HOOGENBOOM, I.; AGRELL, J.; NELSON, J. & SANDELL, M. 1990. Density-related home-range size and overlap in adult field voles (*Microtus agrestis*) in southern Sweden. *Journal of Mammalogy*, 71(4): 597-603.
- ESRI. 2009. ArqGIS 9.3.1 - Geographical Information System. Environment System Research Institute Inc, Readlands, California.
- FERNANDEZ, F. A. S. 1995. Métodos para estimativas de parâmetros populacionais por captura, marcação e recaptura. Pp. 01-26. *In: Peres-Neto, P. R.; Valentin, J. L. & Fernandez, F. A. S. Volume II: Tópicos em Tratamento de dados biológicos. Oecologia Brasiliensis.*
- GAULIN, S. J. C. & FITZGERALD, R. W. 1986. Sex differences in spatial ability: an evolutionary hypothesis and test. *The American Naturalist*, 127(1): 74-88.

- GENTILE, R. & CERQUEIRA, R. 1995. Movement patterns of five species of small mammals in a Brazilian restinga. *Journal of Tropical ecology*, 11: 671-677.
- GOMEZ, D.; SOMMARO, L.; STEINMANN, A.; CHIAPPERO, M. & PRIOTTO, J. 2010. Movement distances of two species of sympatric rodents in linear habitats of central argentine agro-ecosystems. *Mammalian Biology*, 76(1): 58-63.
- GOTTESMAN, A. B.; KRAUSMAN, P. R.; MORRISON, M. L. & PETRYSZYN, Y. 2004. Movements and home range of brush mice. *The Southwestern Naturalist*, 49(2): 289-294.
- HARESTAD, A. S. & BUNNEL, F. L. 1979. Home range and body weight - a reevaluation. *Ecology*, 60(2): 389-402.
- HOOGE, P. N. & EICHENLAUB, B. 1997. Animal movement extension to Arcview. Alaska Science Center. Biological Science Office, US Geological Survey, Anchorage, AK.
- HORNE, J. S. & GARTON, E. O. 2006. Selecting the best home range model: an information-theoretic approach. *Ecology*, 87(5): 1146-1152.
- JENNRICH, R. I. & TURNER, F. B. 1969. Measurement of non-circular home range. *Journal of Theoretical Biology*, 22:227-237.
- LINDSTEDT, S. L.; MILLER, B. J. & BUSKIRK, S. W. 1986. Home range, time and body size in mammals. *Ecology*, 67(2): 413-418.
- LIRA, P. K.; FERNANDEZ, F. A. S.; CARLOS, S. A. C. & CURZIO, P. L. 2007. Use of a fragmented landscape by three species of opossum in south-eastern Brazil. *Journal of Tropical Ecology*, 23: 427-535.
- LORETTO, D. & VIEIRA, M. V. 2005. The effects of reproductive and climatic seasons on movements in the black-eared opossum (*Didelphis aurita* wied-neuwied, 1826). *Journal of Mammalogy*, 86(2): 287-293.
- MAGNUSSON, W. E.; FRANCISCO, A. L. & SANAIOTTI, T. M. 1995. Home-range size and territoriality in *Bolomys lasiurus* (Rodentia: Muridae) in an Amazonian savanna. *Journal of Tropical Ecology*, 11 (2): 179-188.
- MARES, M. A.; WATSON, M. D. & LACHER-JR, T. E. 1976. Home range perturbations in *Tamias striatus*. Food supply as a determinant of home range and density. *Oecologia*, 25: 1-12.
- MARES, M. A.; ADAMS, R.; LACHER-JR, T. E. & WILLIG, M. R. 1980. Home range dynamics in chipmunks: responses to experimental manipulation of population density and distribution. *Annals of Carnegie Museum*, 49: 193-201.
- MENDEL, S. M. & VIEIRA, M. V. 2003. Movement distances and density estimation of small mammals using the spool-and-line technique. *Acta Theriologica*, 48(3): 289-300.

- MÚRUA, R.; GONZALES, L.A. & MESERVE, P.L. 1986. Population ecology of *Oryzomys longicaudatus philippii* (Rodentia: Cricetidae) in southern Chile. *Journal of Animal Ecology*, 55:281-293.
- OSTFELD, R. S. 1985. Limiting resources and territoriality in microtine rodents. *The American Naturalist*, 126(1): 1-15.
- PERRY, G. & GARLAND, J. T. 2002. Lizard home ranges revisited: effects of sex, body size, diet, habitat, and phylogeny. *Ecology*, 83(7): 1870-1885.
- 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.
- PINHEIRO, J.; BATES, D. & DEBROY, S. 2011. Deepayan Sarkar and R Development Core Team. nlme: Linear and Nonlinear Mixed Effects Models. R package version 3.1-98.
- PIRES, A. S.; FERNARDEZ, A. S.; FELICIANO, B. R. & FREITAS, D. 2010. Use of space by *Necomys lasiurus* (Rodentia, Sigmodontinae) in a grassland among Atlantic forest fragments. *Mammalian Biology*, 75(3): 270-276.
- PREVEDELLO, J. A.; MENDONÇA, A. F. & VIEIRA, M. V. 2008. Uso do espaço por pequenos mamíferos: uma análise dos estudos realizados no Brasil. *Oecologia Brasiliensis*, 12(4): 610-625.
- PRIOTTO, J.; STEINMANN, A. & POLOP, J. 2002. Factors affecting home range size and overlap in *Calomys venustus* (Muridae: Sigmodontinae) in Argentine agroecosystems. *Mammalian Biology*, 67: 97-104.
- PROENÇA, C.; OLIVEIRA, R. S. & SILVA, A. P. 2000. Flores e frutos do Cerrado. Editora: Universidade de Brasília, São Paulo. 225p.
- PÜTTKER, T.; MEYER-LUCHT, Y. & SOMMER, S. 2006. Movement distances of five rodent and two marsupial species in forest fragments of the coastal Atlantic Rainforest, Brazil. *Biotropica*, 12: 131-139.
- SCHOENER, T. W. 1968. Sizes of feeding territories among birds. *Ecology*, 49(1): 123-141.
- R DEVELOPMENT CORE TEAM. 2011. R: A language and environment for statistical computing. R Foundation for Statistical Computing, Vienna, Austria. ISBN 3-900051-07-0. URL <http://www.R-project.org/>. package="stats"
- ROCHA, C. F. D. 1999. Home range of the tropidurid lizard *Liolaemus lutzae*: sexual and body size differences. *Revista Brasileira de Biologia*, 59(1): 125-130.
- VENABLES, W. N.; SMITH, D. M. & R DEVELOPMENT CORE TEAM. 2005. An introduction to R. Notes on R: A programming environment for data analysis and graphics. Versão 2.2.1. Network Theory Limited, Bristol, United Kingdom, 97p.

- VIEIRA, E. M.; IOB, G.; BRIANI, D. C. & PALMA, A. R. T. 2005. Microhabitat selection and daily movements of two rodents (*Necomys lasiurus* and *Oryzomys scotti*) in Brazilian Cerrado, as revealed by a spool-an-line device. *Mammalian Biology*, 70(6): 359-365.
- WHITE, G. C. & GARROTT, R. A. 1990. Analysis of wildlife radio-tracking data. Academic Press, San Diego, 383p.
- WOLFF, J. O.; EDGE, W. D. & BENTLEY, R. 1994. Reproductive and behavioral biology of the gray-tailed vole. *Journal of Mammalogy*, 75(4): 873-879.
- ZUUR, A., IENO, E., WALKER, N., SABELIEV, A. & SMITH, G. 2009. Mixed Effects Models and Extensions in Ecology with R. Springer, New York.

## 1.6. Anexos

Anexo 1-1 - Seleção de modelos realizada através do valor de Critério de Informação de Akaike (AIC) para selecionar o modelo global a ser utilizado para verificar se existe variação na distância movida pelas três espécies.

Modelos	df	AIC
m0<-gls(DM ~ espécie)	4	4245,717
m1<-lme(DM ~ espécie, random =(~1 indivíduo))	5	4238,972
m2<-lme(DM ~ espécie, random =(~1 ano_mês))	5	4247,717
m3<-lme(DM ~ espécie, random =(~1 ano_mês/indivíduo))	6	4249,717

Anexo 1-2 – Modelos, grau de liberdade (gl) e valor de Critério de Informação de Akaike (AIC) para verificar padrões de autocorrelação temporal nas distâncias de movimento (DM) por meio da comparação da qualidade do ajuste do modelo inicial ajustado para modelos com fatores fixos (Mínimos Quadrados Generalizados (GLS)) e por modelos mistos lineares (LMM), que consideram o período de coleta como variáveis aleatórias para *Calomys tener*.

Modelos	gl	AIC
m0 < gls(DM ~ sexo * reprodução + estação + sexo:estação + massa + abundância + precipitação + número capturas)	11	626,9298
m1 < lme(DM ~ sexo * reprodução + estação + sexo:estação + massa + abundância + precipitação + nCapturas, random = (~1 ano/mes))	13	630,9298
m2 < lme(DM ~ sexo * reprodução + estação + sexo:estação + massa + abundância + precipitação + nCapturas, random = (~1+sexolano/mes))	17	638,9298
m3 < lme(DM ~ sexo * reprodução + estação + sexo:estação + massa + abundância + precipitação + nCapturas, random = (~1+reproduçãoolano/mes))	17	638,9298
m5 < lme(DM ~ sexo * reprodução + estação + sexo:estação + massa + abundância + precipitação + nCapturas, random = (~1 coleta))	12	628,9298
m6 < lme(DM ~ sexo * reprodução + estação + sexo:estação + massa + abundância + precipitação + nCapturas, random = (~1+sexolcoleta))	14	632,9298
m7 < lme(DM ~ sexo * reprodução + estação + sexo:estação + massa + abundância + precipitação + nCapturas, random = (~1+reproduçãoolcoleta))	14	632,9298

Efeitos aleatórios testados: 1) com intercepto aleatório para cada ano e mês; 2) com intercepto aleatório para ano e mês e inclinação aleatória para cada sexo; 3) com intercepto aleatório para ano e mês e inclinação aleatória para cada estágio reprodutivo; 5) com intercepto aleatório para cada campanha de coleta; 6) com intercepto aleatório para cada campanha de coleta e inclinação diferente para cada sexo; 7) com intercepto aleatório para cada campanha de coleta e inclinação diferente para cada estágio reprodutivo.



Anexo 1-3- Modelos, grau de liberdade (gl) e valor de Critério de Informação de Akaike (AIC) para verificar padrões de autocorrelação temporal nas distâncias de movimento (DM) por meio da comparação da qualidade do ajuste do modelo inicial ajustado para modelos com fatores fixos (Mínimos Quadrados Generalizados (GLS)) por modelos mistos lineares (LMM), que consideram o período de coleta como variáveis aleatórias para *Necromys lasiurus*.

Modelos	gl	AIC
m0 < gls(DM ~ sexo * reprodução + estação + sexo:estação + massa + abundância + precipitação + nCapturas)	11	1939,103
m1 < lme(DM ~ sexo * reprodução + estação + sexo:estação + massa + abundância + precipitação + nCapturas, random = (~1 lano/mes))	13	1943,043
m2 < lme(DM ~ sexo * reprodução + estação + sexo:estação + massa + abundância + precipitação + nCapturas, random = (~1+sexo lano/mes))	17	1951,043
m3 < lme(DM ~ sexo * reprodução + estação + sexo:estação + massa + abundância + precipitação + nCapturas, random = (~1+reprodução lano/mes))	17	1951,043
m5 < lme(DM ~ sexo * reprodução + estação + sexo:estação + massa + abundância + precipitação + nCapturas, random = (~1 coleta))	12	1941,043
m6 < lme(DM ~ sexo * reprodução + estação + sexo:estação + massa + abundância + precipitação + nCapturas, random = (~1+sexo coleta))	14	1945,043
m7 < lme(DM ~ sexo * reprodução + estação + sexo:estação + massa + abundância + precipitação + nCapturas, random = (~1+reprodução coleta))	14	1945,043

Efeitos aleatórios testados: 1) com intercepto aleatório para cada ano e mês; 2) com intercepto aleatório para ano e mês e inclinação aleatória para cada sexo; 3) com intercepto aleatório para ano e mês e inclinação aleatória para cada estágio reprodutivo; 5) com intercepto aleatório para cada campanha de coleta; 6) com intercepto aleatório para cada campanha de coleta e inclinação diferente para cada sexo; 7) com intercepto aleatório para cada campanha de coleta e inclinação diferente para cada estágio reprodutivo.

Anexo 1-4 - Modelos, grau de liberdade (gl) e valor de Critério de Informação de Akaike (AIC) para verificar padrões de autocorrelação temporal nas distâncias de movimento (DM) por meio da comparação da qualidade do ajuste do modelo inicial ajustado para modelos com fatores fixos (Mínimos Quadrados Generalizados (GLS)) por modelos mistos lineares (LMM), que consideram o período de coleta como variáveis aleatórias para *Thalpomys lasiotis*.

Modelos	Gl	AIC
m0 < gls(DM ~ sexo * reprodução + estação + sexo:estação + massa + abundância + precipitação + nCapturas)	11	1585,701
m1 < lme(DM ~ sexo * reprodução + estação + sexo:estação + massa + abundância + precipitação + nCapturas, random = (~1 ano/mes))	13	1587,548
m2 < lme(DM ~ sexo * reprodução + estação + sexo:estação + massa + abundância + precipitação + nCapturas, random = (~1+sexo ano/mes))	17	ND
m3 < lme(DM ~ sexo * reprodução + estação + sexo:estação + massa + abundância + precipitação + nCapturas, random = (~1+reprodução ano/mes))	17	ND
m5 < lme(DM ~ sexo * reprodução + estação + sexo:estação + massa + abundância + precipitação + nCapturas, random = (~1 coleta))	12	1587,220
m6 < lme(DM ~ sexo * reprodução + estação + sexo:estação + massa + abundância + precipitação + nCapturas, random = (~1+sexo coleta))	14	ND
m7 < lme(DM ~ sexo * reprodução + estação + sexo:estação + massa + abundância + precipitação + nCapturas, random = (~1+reprodução coleta))	14	ND

Efeitos aleatórios testados: 1) com intercepto aleatório para cada ano e mês; 2) com intercepto aleatório para ano e mês e inclinação aleatória para cada sexo; 3) com intercepto aleatório para ano e mês e inclinação aleatória para cada estágio reprodutivo; 5) com intercepto aleatório para cada campanha de coleta; 6) com intercepto aleatório para cada campanha de coleta e inclinação diferente para cada sexo; 7) com intercepto aleatório para cada campanha de coleta e inclinação diferente para cada estágio reprodutivo. ND – não houve convergência dos modelos, sem resultado.

Anexo 1-5 – Descrição dos modelos, modelos testados, razão de verossimilhança (RV) e valor de p para determinar se as variáveis sexo, reprodução, estações do ano, massa corporal, abundância da espécie na grade, precipitação e número de capturas são significativas para a variação na distância percorrida pela espécie *Calomys tener*.

Modelos	Teste	RV	Valor p
m0 < gls(DM ~ sexo + reprodução + sexo:reprodução + estação + sexo:estação + massa + abundância + precipitação + nCapturas)			
m1 < gls(DM ~ sexo + reprodução + estação + sexo:estação + massa + abundância + precipitação + nCapturas)	m0,m1	3,179	0,074
m2 < gls(DM ~ sexo + reprodução + sexo:reprodução + estação + massa + abundância + precipitação + nCapturas)	m0,m2	0,051	0,821
m3 < gls(DM ~ sexo + reprodução + estação + massa + abundância + precipitação + nCapturas)	m2, m3	3,129	0,077
m4 < gls(DM ~ reprodução + estação + massa + abundância + precipitação + nCapturas)	m3, m4	2,889	0,089
m5 < gls(DM ~ sexo + estação + massa + abundância + precipitação + nCapturas)	m3, m5	0,014	0,903
m6 < gls(DM ~ sexo + reprodução + massa + abundância + precipitação + nCapturas)	m3, m6	1,865	0,172
m7 < gls(DM ~ sexo + reprodução + estação + abundância + precipitação + nCapturas)	m3, m7	0,270	0,603
m8 < gls(DM ~ sexo + reprodução + estação + massa + precipitação + nCapturas)	m3, m8	0,198	0,656
m9 < gls(DM ~ sexo + reprodução + estação + massa + abundância + nCapturas)	m3, m9	0,143	0,705
m10 < gls(DM ~ sexo + reprodução + estação + massa + abundância + precipitação)	m3, m10	1,847	0,174
m11 < gls(DM ~ estação + massa + abundância + precipitação + nCapturas)	m5, m11	2,950	0,085
m12 < gls(DM ~ sexo + massa + abundância + precipitação + nCapturas)	m5, m12	1,980	0,159
m13 < gls(DM ~ sexo + estação + abundância + precipitação + nCapturas)	m5, m13	0,275	0,600
m14 < gls(DM ~ sexo + estação + massa + precipitação + nCapturas)	m5, m14	0,220	0,638
m15 < gls(DM ~ sexo + estação + massa + abundância + nCapturas)	m5, m15	0,159	0,689
m16 < gls(DM ~ sexo + estação + massa + abundância + precipitação)	m5, m16	1,845	0,174

m17 < gls(DM ~ estação + massa + abundância + nCapturas)	m15, m17	2,797	0,094
m18 < gls(DM ~ sexo + massa + abundância + nCapturas)	m15, m18	1,986	0,158
m19 < gls(DM ~ sexo + estação + abundância + nCapturas)	m15, m19	0,435	0,509
m20 < gls(DM ~ sexo + estação + massa + nCapturas)	m15, m20	0,261	0,609
m21 < gls(DM ~ sexo + estação + massa + abundância)	m15, m21	1,987	0,158
m22 < gls(DM ~ estação + massa + nCapturas)	m20, m22	2,613	0,106
m23 < gls(DM ~ sexo + massa + nCapturas)	m20, m23	1,744	0,186
m24 < gls(DM ~ sexo + estação + nCapturas)	m20, m24	0,582	0,445
m25 < gls(DM ~ sexo + estação + nCapturas)	m20, m25	2,139	0,143
m26 < gls(DM ~ estação + nCapturas)	m24, m26	2,238	0,134
m27 < gls(DM ~ sexo + nCapturas)	m24, m27	1,235	0,266
m28 < gls(DM ~ sexo + estação)	m24, m28	1,936	0,164
m29 < gls(DM ~ nCapturas)	m27, m29	2,239	0,134
m30 < gls(DM ~ sexo)	m27, m30	2,085	0,149

Anexo 1-6 - Descrição dos modelos, modelos testados, razão de verossimilhança (RV) e valor de p para determinar se as variáveis sexo, reprodução, estações do ano, massa corporal, abundância da espécie na grade, precipitação e número de capturas são significativas para a variação na distância percorrida pela espécie *Necromys lasiurus*.

Modelo	Teste	RV	Valor p
m0 < gls(DM ~ sexo + reprodução + sexo:reprodução + estação + sexo:estação + massa + abundância + precipitação + nCapturas)			
m1 < gls(DM ~ sexo + reprodução + estação + sexo:estação + massa + abundância + precipitação + nCapturas)	m0, m1	0,585	0,444
m2 < gls(DM ~ sexo + reprodução + sexo:reprodução + estação + massa + abundância + precipitação + nCapturas)	m0, m2	2,085	0,148
m3 < gls(DM ~ sexo + reprodução + estação + massa + abundância + precipitação + nCapturas)	m2, m3	1,504	0,220
m4 < gls(DM ~ reprodução + estação + massa + abundância + precipitação + nCapturas)	m3, m4	8,195	0,004
m5 < gls(DM ~ sexo + estação + massa + abundância + precipitação + nCapturas)	m3, m5	0,151	0,697

m6< gls(DM ~ sexo + reprodução + massa + abundância + precipitação + nCapturas)	m3, m6	0,005	0,940
m7< gls(DM ~ sexo + reprodução + estação + abundância + precipitação + nCapturas)	m3, m7	0,029	0,863
m8< gls(DM ~ sexo + reprodução + estação + massa + precipitação + nCapturas)	m3, m8	2,699	0,100
m9< gls(DM ~ sexo + reprodução + estação + massa + abundância + nCapturas)	m3, m9	0,014	0,903
m10< gls(DM ~ sexo + reprodução + estação + massa + abundância + precipitação)	m3, m10	0,757	0,384
m11< gls(DM ~ reprodução + massa + abundância + precipitação + nCapturas)	m6, m11	8,228	0,004
m12< gls(DM ~ sexo + massa + abundância + precipitação + nCapturas)	m6, m12	0,198	0,656
m13< gls(DM ~ sexo + reprodução + abundância + precipitação + nCapturas)	m6, m13	0,029	0,865
m14< gls(DM ~ sexo + reprodução + massa + precipitação + nCapturas)	m6, m14	2,698	0,100
m15< gls(DM ~ sexo + reprodução + massa + abundância + nCapturas)	m6, m15	0,009	0,923
m16< gls(DM ~ sexo + reprodução + massa + abundância + precipitação)	m6, m16	0,768	0,381
m17< gls(DM ~ reprodução + massa + abundância + nCapturas)	m15, m17	8,634	0,003
m18< gls(DM ~ sexo + massa + abundância + nCapturas)	m15, m18	0,195	0,658
m19 <gls(DM ~ sexo + reprodução + abundância + nCapturas)	m15, m19	0,026	0,871
m20 <gls(DM ~ sexo + reprodução + massa + nCapturas)	m15, m20	3,467	0,062
m21 <gls(DM ~ sexo + reprodução + massa + abundância)	m15, m21	0,771	0,380
m22<gls(DM ~ reprodução + abundância + nCapturas)	m19, m22	8,726	0,003
m23< gls(DM ~ sexo + abundância + nCapturas)	m19, m23	0,200	0,654
m24< gls(DM ~ sexo + reprodução + nCapturas)	m19, m24	3,522	0,060
m25<gls(DM ~ sexo + reprodução + abundância)	m19, m25	0,748	0,387
m26< gls(DM ~ abundância + nCapturas)	m23, m26	8,609	0,003
m27< gls(DM ~ sexo + nCapturas)	m23, m27	3,379	0,066
m28< gls(DM ~ sexo + abundância)	m23, m28	0,648	0,420
m29< gls(DM ~ abundância)	m27, m29	8,731	0,003
m30< gls(DM ~ sexo)	m27, m30	3,852	0,049

Anexo 1-7- Valor estimado, erro padrão, valor de t e valor de p encontrado para o modelo selecionado para *Necromys lasiurus* (gls(md ~ sexo + abund)) para verificar se as duas variáveis selecionadas, “sexo” e “abundância”, são significativas para o modelo.

	Valor	Erro padrão	Valor t	Valor p
Intercept(F)	55,678	4,244	13,119	0,001
sexoM	10,608	3,579	2,964	0,003
Abund	-0,652	0,333	-1,957	0,0516

Anexo 1-8 - Descrição dos modelos, modelos testados, razão de verossimilhança (RV) e valor de p para determinar se as variáveis sexo, reprodução, estações do ano, massa corporal, abundância da espécie na grade, precipitação e número de capturas são significativas para a variação na distância percorrida pela espécie *Thalpomys lasiotis*.

Modelos	teste	RV	Valor p
m0< gls(DM ~ sexo + reprodução + sexo:reprodução + estação + sexo:estação + massa + abundância + precipitação + nCapturas)			
m1< gls(DM ~ sexo + reprodução + estação + sexo:estação + massa + abundância + precipitação + nCapturas)	m0,m1	1,981	0,159
m2< gls(DM ~ sexo + reprodução + sexo:reprodução + estação + massa + abundância + precipitação + nCapturas)	m0,m2	0,706	0,401
m3< gls(DM ~ sexo + reprodução + estação + massa + abundância + precipitação + nCapturas)	m2, m3	1,401	0,237
m4< gls(DM ~ reprodução + estação + massa + abundância + precipitação + nCapturas)	m3, m4	18,910	< 0,0001
m5< gls(DM ~ sexo + estação + massa + abundância + precipitação + nCapturas)	m3, m5	0,146	0,702
m6< gls(DM ~ sexo + reprodução + massa + abundância + precipitação + nCapturas)	m3, m6	0,203	0,652
m7< gls(DM ~ sexo + reprodução + estação + abundância + precipitação + nCapturas)	m3, m7	0,672	0,412
m8< gls(DM ~ sexo + reprodução + estação + massa + precipitação + nCapturas)	m3, m8	3,263	0,071
m9<gls(DM ~ sexo + reprodução + estação + massa + abundância + nCapturas)	m3, m9	0,108	0,742
m10<gls(DM ~ sexo + reprodução + estação + massa + abundância + precipitação)	m3, m10	12,337	< 0,0001
m11< gls(DM ~ reprodução + estação + massa + abundância + nCapturas)	m9, m11	18,999	< 0,0001
m12< gls(DM ~ sexo + estação + massa +	m9, m12	0,150	0,698

abundância + nCapturas)			
m13< gls(DM ~ sexo + reprodução + massa + abundância + nCapturas)	m9, m13	0,971	0,324
m14< gls(DM ~ sexo + reprodução + estação + abundância + nCapturas)	m9, m14	0,701	0,402
m15< gls(DM ~ sexo + reprodução + estação + massa + nCapturas)	m9, m15	3,487	0,062
m16< gls(DM ~ sexo + reprodução + estação + massa + abundância)	m9, m16	12,375	< 0,0001
m17< gls(DM ~ estação + massa + abundância + nCapturas)	m12, m17	18,850	< 0,0001
m18< gls(DM ~ sexo + massa + abundância + nCapturas)	m12, m18	1,108	0,292
m19< gls(DM ~ sexo + estação + abundância + nCapturas)	m12, m19	0,568	0,451
m20< gls(DM ~ sexo + estação + massa + nCapturas)	m12, m20	5,022	0,025
m21< gls(DM ~ sexo + estação + massa + abundância)	m12, m21	12,678	< 0,0001
m22<gls(DM ~ estação + abundância + nCapturas)	m19, m22	18,581	< 0,0001
m23<gls(DM ~ sexo + abundância + nCapturas)	m19, m23	0,673	0,412
m24< gls(DM ~ sexo + estação + nCapturas)	m19, m24	6,010	0,014
m25< gls(DM ~ sexo + estação + abundância)	m19, m25	13,632	< 0,0001
m26< gls(DM ~ abundância + nCapturas)	m23, m26	18,990	< 0,0001
m27< gls(DM ~ sexo + nCapturas)	m23, m27	7,427	0,006
m28< gls(DM ~ sexo + abundância)	m23, m28	13,178	< 0,0001

Anexo 1-9 – Seleção de modelos realizada comparando a diferença na desviância com a distribuição de qui quadrado com um grau de liberdade, para determinar se as variáveis proporção de fêmeas reprodutivas, proporção de machos reprodutivos, número de fêmeas e número de machos são significativas para a variação na sobreposição de área da espécie *Calomys tener*.

Modelo	Variável	Valor p
FF ~ Freprodutivas + Mreprodutivos + nF + nM + nRegistros	Freprodutivas	0,336
	Mreprodutivos	0,020
	nF	0,065
	nM	0,154
	nRegistros	0,703
FF ~ Freprodutivas + Mreprodutivos + nF + nM	Freprodutivas	0,305
	Mreprodutivos	0,015
	nF	0,034
	nM	0,105
FF ~ Mreprodutivos + nF + nM	Mreprodutivos	0,027
	nF	0,002
	nM	0,200
FF ~ Mreprodutivos + nF	Mreprodutivos	0,071
	nF	0,0003
FF ~ nF	nF	0,001
MM ~ Freprodutivas + Mreprodutivos + nF + nM + nRegistros	Freprodutivas	0,435
	Mreprodutivos	0,519
	nF	0,518
	nM	0,080
	nRegistros	0,327
MM ~ Freprodutivas + nF + nM + nRegistros	Freprodutivas	0,510
	nF	0,638
	nM	0,104
	nRegistros	0,414
MM ~ Freprodutivas + nM + nRegistros	Freprodutivas	0,608
	nM	0,095
	nRegistros	0,504
MM ~ nM + nRegistros	nM	0,104
	nRegistros	0,392
MM ~ nM	nM	<0,0001
FM ~ Freprodutivas + Mreprodutivos + nF + nM + nRegistros	Freprodutivas	0,9684
	Mreprodutivos	0,9688
	nF	0,082
	nM	0,277
	nRegistros	0,672
FM ~ Freprodutivas + nF + nM + nRegistros	Freprodutivas	0,962



	nF	0,065
	nM	0,253
	nRegistros	0,649
FM ~ nF + nM + nRegistros	nF	0,045
	nM	0,198
	nRegistros	0,643
FM ~ nF + nM	nF	0,026
	nM	0,066
FM ~ nF	nF	0,001
Solitários ~ Freprodutivas + Mreprodutivos + nF + nM + nRegistros	Freprodutivas	0,042
	Mreprodutivos	0,915
	nF	0,350
	nM	0,890
	nRegistros	0,001
Solitários ~ Freprodutivas + nF + nM + nRegistros	Freprodutivas	0,041
	nF	0,342
	nM	0,846
	nRegistros	<0,0001
Solitários ~ Freprodutivas + nF + nRegistros	Freprodutivas	0,021
	nF	0,352
	nRegistros	<0,0001
Solitários ~ Freprodutivas + nRegistros	Freprodutivas	0,031
	nRegistros	<0,0001

FF: sobreposição de duas fêmeas; MM: sobreposição de dois machos, FM: sobreposição de uma fêmea e um macho; nRegistros: número de capturas no mês; nF: número de fêmeas; nM: número de machos; Freprodutivas: número de fêmeas reprodutivas; Mreprodutivos: número de machos reprodutivos.

Anexo 1-10 – Modelo selecionado para 1. Sobreposição fêmea-fêmea, 2. Sobreposição macho-macho, 3. Sobreposição fêmea-macho e 4. para os indivíduos encontrados solitários para *Calomys tener*.

Modelo	Variável	Valor de Z	Valor de p
1. glm(formula = FF ~ nF, family = poisson, data = d)	nF	2,382	0,017
2. glm(formula = MM ~ nM, family = poisson, data = d)	nM	5,726	<0,001
3. glm(formula = FM ~ nF, family = poisson, data = d)	nF	3,198	<0,001
4. glm(formula = Solitários ~ Freprodutivas + nRegistros, family = poisson, data = d)	Freprodutivas	2,191	0,028
	nRegistros	13,254	<0,001

Anexo 1-11 - Seleção de modelos realizada comparando a diferença na desviância com a distribuição de qui quadrado com um grau de liberdade, para determinar se as variáveis proporção de fêmeas reprodutivas, proporção de machos reprodutivos, número de fêmeas e número de machos são significativas para a variação na sobreposição de área da espécie *Necromys lasiurus*.

Modelo	Variável	Valor p
FF ~ Freprodutivas + Mreprodutivos + nF + nM + nRegistros	Freprodutivas	0,613
	Mreprodutivos	0,654
	nF	0,002
	nM	0,005
	nRegistros	0,056
FF ~ Freprodutivas + nF + nM + nRegistros	Freprodutivas	0,811
	nF	0,001
	nM	0,001
	nRegistros	0,063
FF ~ nF + nM + nRegistros	nF	0,001
	nM	0,001
	nRegistros	0,063
FF ~ nF + nM	nF	<0,0001
	nM	0,001
MM ~ Freprodutivas + Mreprodutivos + nF + nM + nRegistros	Freprodutivas	0,010
	Mreprodutivos	0,774
	nF	0,617
	nM	<0,0001
	nRegistros	0,417
MM ~ Freprodutivas + nF + nM + nRegistros	Freprodutivas	0,004
	nF	0,579
	nM	<0,0001
	nRegistros	0,447
MM ~ Freprodutivas + nM + nRegistros	Freprodutivas	0,005
	nM	<0,0001
	nRegistros	0,205
MM ~ Freprodutivas + nM	Freprodutivas	0,012
	nM	<0,0001
FM ~ Freprodutivas + Mreprodutivos + nF + nM + nRegistros	Freprodutivas	0,820
	Mreprodutivos	0,512
	nF	0,506
	nM	0,639
	nRegistros	0,018

FM ~ Mreprodutivos + nF + nM + nRegistros	Mreprodutivos nF nM nRegistros	0,348 0,492 0,570 0,013
FM ~ Mreprodutivos + nF + nRegistros	Mreprodutivos nF nRegistros	0,432 0,575 0,016
FM ~ Mreprodutivos + nRegistros	Mreprodutivos nRegistros	0,279 <0,0001
FM ~ nRegistros	nRegistros	<0,0001
Solitários ~ Freprodutivas + Mreprodutivos + nF + nM + log(nRegistros)	Freprodutivas Mreprodutivos nF nM nRegistros	0,583 0,928 0,587 0,785 <0,0001
Solitários~ Freprodutivas + nF + nM + log(nRegistros)	Freprodutivas nF nM nRegistros	0,560 0,583 0,711 <0,0001
Solitários ~ Freprodutivas + nF + log(nRegistros)	Freprodutivas Mreprodutivos nRegistros	0,559 0,415 <0,0001
Solitários ~ ~ nF + log(nRegistros)	Mreprodutivos nRegistros	0,498 <0,0001
Solitários ~ log(nRegistros)	nRegistros	<0,0001

FF: sobreposição de duas fêmeas; MM: sobreposição de dois machos, FM: sobreposição de uma fêmea e um macho; nRegistros: número de capturas no mês; nF: número de fêmeas; nM: número de machos; Freprodutivas: número de fêmeas reprodutivas; Mreprodutivos: número de machos reprodutivos.

Anexo 1-12 - Modelo selecionado para 1. Sobreposição fêmea-fêmea, 2. Sobreposição macho-macho, 3. Sobreposição fêmea-macho e 4. para os indivíduos encontrados solitários para *Necromys lasiurus*.

Modelo	Variável	Valor de Z	Valor de p
glm(formula = FF ~ nF + nM, family = poisson, data = d)	nF nM	5,816 -2,963	<0,0001 0,003
glm(formula = MM ~ Freprodutivas + nM, family = poisson, data = d)	Freprodutivas nM	2,734 7,668	0,006 <0,0001
glm(formula = FM ~ nRegistros, family = poisson, data = d)	nRegistros	6,768	<0,0001
glm(formula = Solitários ~ log(nRegistros), family = poisson, data = d)	Log(nRegistros)	23,235	<0,0001

Anexo 1-13 - Seleção de modelos realizada comparando a diferença na desviância com a distribuição de qui quadrado com um grau de liberdade, para determinar se as variáveis proporção de fêmeas reprodutivas, proporção de machos reprodutivos, número de fêmeas e número de machos são significativas para a variação na sobreposição de área da espécie *Thalpomys lasiotis*.

Modelo	Variável	Valor p
FF ~ Freprodutivas+ Mreprodutivos+ nF + nM + nRegistros	Freprodutivas	0,857
	Mreprodutivos	0,638
	nF	0,565
	nM	0,456
	nRegistros	0,020
FF ~ Mreprodutivos+ nF + nM + nRegistros	Mreprodutivos	0,389
	nF	0,572
	nM	0,439
	nRegistros	0,018
FF ~ Mreprodutivos+ nM + nRegistros	Mreprodutivos	0,408
	nM	0,257
	nRegistros	<0,0001
FF ~ nM + nRegistros	nM	0,333
	nRegistros	<0,0001
FF ~ nRegistros	nF	<0,0001
MM ~ Freprodutivas+ Mreprodutivos+ nF + nM + nRegistros	Freprodutivas	0,714
	Mreprodutivos	0,362
	nF	0,828
	nM	0,003
	nRegistros	0,960
MM ~ Freprodutivas+ Mreprodutivos+ nF + nM	Freprodutivas	0,664
	Mreprodutivos	0,288
	nF	0,768
	nM	<0,0001
MM ~ Freprodutivas+ Mreprodutivos+ nM	Freprodutivas	0,485
	Mreprodutivos	0,161
	nM	<0,0001
MM ~ Mreprodutivos+ nM	Mreprodutivos	0,056
	nM	<0,0001
MM ~ nM	nM	<0,0001
FM ~ Freprodutivas+ Mreprodutivos+ nF + nM + nRegistros	Freprodutivas	0,628
	Mreprodutivos	0,383
	nF	0,966
	nM	0,937
	nRegistros	0,006

FM ~ Freprodutivas+ Mreprodutivos+ nM + nRegistros	Freprodutivas Mreprodutivos nM nRegistros	0,585 0,333 0,914 <0,0001
FM ~ Freprodutivas+ Mreprodutivos+ nRegistros	Freprodutivas Mreprodutivos nRegistros	0,531 0,257 <0,0001
FM ~ Mreprodutivos+ nRegistros	Mreprodutivos nRegistros	0,242 <0,0001
FM ~ nRegistros	nRegistros	<0,0001
Solitários ~ Freprodutivas+ Mreprodutivos+ nF + nM + log(nRegistros)	Freprodutivas Mreprodutivos nF nM nRegistros	0,971 0,790 0,698 0,058 <0,0001
Solitários ~ Mreprodutivos+ nF + nM + log(nRegistros)	Mreprodutivos nF nM nRegistros	0,664 0,682 0,049 <0,0001
Solitários ~ Mreprodutivos+ nM + log(nRegistros)	Mreprodutivos nM nRegistros	0,737 0,040 <0,0001
Solitários ~ nM + log(nRegistros)	nM nRegistros	0,040 <0,0001

FF: sobreposição de duas fêmeas; MM: sobreposição de dois machos, FM: sobreposição de uma fêmea e um macho; nRegistros: número de capturas no mês; nF: número de fêmeas; nM: número de machos; Freprodutivas: número de fêmeas reprodutivas; Mreprodutivos: número de machos reprodutivos.

Anexo 1-14 - Modelo selecionado para 1. Sobreposição fêmea-fêmea, 2. Sobreposição macho-macho, 3. Sobreposição fêmea-macho e 4. para os indivíduos encontrados solitários para *Thalpomys lasiotis*.

Modelo	Variável	Valor de Z	Valor de p
glm(formula = FF ~ nRegistros, family = poisson, data = d)	nRegistros	3,311	0,0009
glm(formula = MM ~ nM, family = poisson, data = d)	nM	6,486	<0,0001
glm(formula = FM ~ nRegistros, family = poisson, data = d)	nRegistros	9,210	<0,0001
glm(formula = Solitários ~ nM + log(nRegistros), family = poisson, data = d)	Nm	-2,009	0,045
	log(nRegistros)	12,865	<0,0001

## **2. Uso do microhabitat por três espécies de cricetídeos em um Cerrado do Brasil Central.**

Este capítulo está publicado como: Rocha, C. R., Ribeiro, R., Takahashi, F. S. C. And Marinho-Filho, J. 2011. Microhabitat use by rodent species in a central Brazilian cerrado. *Mammalian Biology*, 76: 651-653.

### **2.1. Introdução**

Microhabitat é definido como “variáveis ambientais que afetam o comportamento individual” (Morris, 1987). A partição de microhabitats possibilita a coexistência de espécies de pequenos mamíferos (Price, 1978), devido às diferenças nas estratégias de forrageamento, de utilização de habitats ou ainda de diferentes padrões temporais de atividade (Schoener, 1974; Alho, 1980).

A abundância e a riqueza de espécies de roedores são influenciadas pelas diferentes estruturas do habitat e uma das prováveis explicações para a maior diversidade de roedores é a maior complexidade estrutural do habitat que disponibiliza mais nichos (Alho, 1980). Outro fator que afeta a diversidade da fauna é o aumento dos recursos alimentares mais os fatores abióticos como o grau de alagamento na estação chuvosa também tem importante papel nos padrões de distribuição e de abundância das espécies de pequenos mamíferos (August, 1983).

De um modo geral os estudos de comparação de variáveis ambientais com a abundância de espécies de roedores foram iniciados na década de 1970. Em uma revisão, Jorgensen (2004) mostrou que após a ascensão destes trabalhos nesta década houve um declínio de interesse nestes estudos ao longo do tempo. Além disso, a maioria dos estudos concentrou-se em poucas espécies, sendo que 50% das publicações científicas enfocaram apenas oito espécies de pequenos mamíferos (Jorgensen, 2004). Uma revisão mais recente, englobando os estudos realizados com uso do espaço no Brasil, demonstrou que os estudos ocorreram em sua maioria (65%) na Mata Atlântica e também foram restritos a poucas espécies. Este estudo também indicou que 75% dos trabalhos foram realizados através da utilização de metodologia de captura-marcação-recaptura e que estes estudos se iniciaram na década de 70 e aumentaram ao longo dos anos (Prevedello *et al.*, 2008). Os trabalhos realizados na América do Sul têm mostrado que a distribuição local e a abundância das espécies de roedores em um habitat são

frequentemente relacionadas com a disponibilidade de áreas dos habitats preferidos por estes animais (M'Closkey & Fieldwick, 1975; Dueser & Shugart, 1978; Múrua & González, 1982).

Apesar dos esforços de vários mastozoólogos na região, as pesquisas que abordam a estrutura de comunidades em diferentes habitats do Cerrado são ainda escassas e, de modo geral, se restringem às formações mais densas, como as matas de galeria (e.g. Fonseca & Redford 1984; Mares & Ernest 1995; Marinho-Filho & Guimarães, 2001) e o cerrado *sensu stricto* (e.g. Alho & Pereira, 1985; Vieira *et al.*, 2005). Os poucos estudos em formações vegetais abertas no cerrado mostraram que apesar de áreas de campo apresentarem menor diversidade de pequenos mamíferos que as florestais (Marinho-Filho *et al.*, 2002; Becker *et al.*, 2007), as primeiras apresentam mais alto grau de endemismo (Marinho-Filho *et al.*, 2002). Devido ao intenso ritmo de transformação do Cerrado torna-se cada vez mais necessários novos conhecimentos que subsidiem a utilização de estratégias de conservação e manejo dos pequenos mamíferos no bioma.

Os objetivos deste estudo foram: identificar as variáveis de microhabitats mais importantes para a comunidade de pequenos mamíferos; identificar os fatores que melhor explicam a presença e a abundância de três espécies de roedores cricetídeos em duas áreas de campo cerrado com murundus e, ainda, verificar se existe variação de utilização do microhabitat entre indivíduos de mesma espécie.

## **2.2. Materiais e Métodos**

### *2.2.1. Área de Estudo*

Ver Materiais e Métodos item I.

### *2.2.2. Captura dos Animais*

Ver Materiais e Métodos item II. Para as análises deste capítulo foram considerados apenas os dados coletados de junho a outubro de 2008.

### 2.2.3. Coleta de dados das variáveis ambientais

A coleta de dados das variáveis de microhabitat foi realizada em agosto/2008 nos mesmos pontos onde foram colocadas as armadilhas para captura dos roedores. Foram selecionadas cinco variáveis ambientais que poderiam influenciar a distribuição espacial destas três espécies. Em cada um dos 100 pontos de armadilhagem, foi feito um círculo com raio de 7 m, onde as seguintes variáveis de microhabitat foram medidas: (1) porcentagem de cobertura de gramíneas no solo no ponto da armadilha (GRAM) e número de (2) cupinzeiros (NCUP), (3) tocas (NTOCA), (4) árvores (circunferência medida na base maior que 10 cm) (NARV) e (5) murundus (NMUR). Para calcular a porcentagem de gramíneas foi utilizado um quadrado subdividido em 100 células que era lançado cinco vezes. Os lançamentos foram realizados a 3 m para trás, frente, direita e para a esquerda da estaca e o último lançamento bem próximo desta. As células consideradas preenchidas foram aquelas com mais de 50% de sua superfície ocupada por gramíneas. O número de células preenchidas era contado e registrada a média dos cinco lances como em Freitas *et al.* (2002).

### 2.2.4. Análises estatísticas

Os dados foram analisados de modo a distinguir padrões de distribuição das espécies associados às variáveis ambientais na configuração espacial dos pontos de amostragem. Para tanto, foi empregada a técnica de partição de variação conforme descrito em Peres-Neto *et al.* (2006). Para esta análise, foram utilizadas as matrizes de comunidade (dados de abundância das espécies em cada ponto de amostragem), de dados ambientais e a descritiva da estruturação espacial dos pontos de amostragem (matriz espacial), por meio de *Moran's Eigenvector Maps* (MEM) (Dray *et al.*, 2006). Esta estratégia analítica será descrita sucintamente a seguir.

A primeira etapa consistiu na determinação da melhor matriz espacial para o conjunto de dados em questão, de modo que esta pudesse ser utilizada como covariável na análise. Para tanto, foram testadas diversas combinações de MEM geradas a partir da combinação fatorial de diferentes matrizes de ligação e funções de distância. As possibilidades de matrizes de ligação analisadas utilizavam o critério de distâncias que considera a ligação dos pontos de uma mesma grade e a ligação de todos os pontos entre



si. Em conjunto com este descritor binário de influência potencial de um ponto de amostragem no outro, foi utilizado também funções que representam o decréscimo da influência que um ponto teria sobre outro com o aumento da distância. Estas funções de distância seguiram as recomendações de Dray *et al.* (2006), e foi utilizado *weighting functions lineares, concave down e concave up*. Em cada um destes cenários foi gerado um MEM. Posteriormente, foi verificado qual das opções apresentava o maior ajuste com os dados de abundâncias das três espécies. Para tanto, foi realizada a transformação de Hellinger na matriz de comunidade (conforme recomendação de Legendre & Gallagher, 2001) com a retirada posterior das tendências lineares. Em seguida, foi calculada uma extensão multivariada do Critério de Informação de Akaike (Godinez-Dominguez & Freire, 2003) de modo a selecionar a melhor matriz espacial. Todo este procedimento foi realizado utilizando o pacote SpacemakeR v0.0-3 (Dray *et al.*, 2006) implementado no software R (R Development 2009).

Foi possível, então, realizar a análise de particionamento de variação dos dados da matriz de comunidades em função daquelas de dados ambientais e espaciais, com as transformações necessárias para correção da normalidade de cada variável ambiental. Foram retiradas desta última matriz as variáveis ambientais fortemente colineares, optando por reter variáveis teoricamente mais informativas. Foi realizada uma Análise de Redundância (RDA) destas três matrizes seguidas de testes de Monte Carlo para aferição da significância da relação. Os valores das frações das estatísticas de redundância foram ajustados para compensar o efeito do número de variáveis e de amostras (Peres-Neto *et al.*, 2006) utilizando o pacote Vegan v1.16-20 do software R.

Para verificar diferenças nas preferências de microhabitats relacionadas ao sexo e aos estágios reprodutivos dos indivíduos, foi realizado MANOVAs para cada espécie. As variáveis ambientais foram transformadas para correção da normalidade dos dados. Para as análises, os dados de % de cobertura de gramíneas foram transformados em arcoseno ( $\sqrt{P}$ ) e os dados de contagem foram transformados em  $\sqrt{2}$  (Zar, 1999). Tais procedimentos foram realizados com o pacote Stats v2.9.1 do software R (R Development 2009).

### 2.3. Resultados

Na grade 1 ocorreram 62 recapturas de 15 indivíduos. *Calomys tener* foi a espécie mais abundante (n = 7) seguida de *N. lasiurus* (n = 5) e *T. lasiotis* com apenas três indivíduos capturados. Na grade 2 houve um total de 125 recapturas de 41 indivíduos. *Necromys lasiurus* foi a espécie mais abundante (n = 28) e *C. tener* (n = 6) e *T. lasiotis* (n = 7) foram as menos capturadas.

Para *T. lasiotis* 75% das capturas ocorreram em armadilhas onde somente ela foi capturada, para *C. tener* 58% e para *N. lasiurus* 42%. Em apenas seis pontos as três espécies foram capturadas.

As variáveis ambientais explicaram 21% da composição da comunidade, a estrutura espacial (proximidade geográfica) explicou 33% e 38% da variação não foi explicada através das variáveis medidas. Nos testes de significância, a associação da comunidade com as variáveis ambientais medidas foram significativas ( $p < 0,001$ ).

O adensamento de gramíneas e o número de cupinzeiros próximos ao ponto de armadilhagem foram as variáveis que mais influenciaram a comunidade destes roedores cricetídeos, seguida do número de murundus. O número de tocas e de árvores exerceu uma influência bem menor na comunidade de roedores em áreas de campo de murundu do que as outras variáveis analisadas (Figura 2.1).

Indivíduos de *N. lasiurus* e *T. lasiotis* ocorreram em ambientes com maior adensamento de gramíneas, enquanto *C. tener* tendeu a ocorrer em ambientes com menor porcentagem de gramíneas. *Necromys lasiurus* também foi encontrado em sítios com maior número de murundus e as outras duas espécies foram mais abundantes naqueles com menor número de murundus. Os sítios com maior adensamento de árvores também apresentam maior abundância de *N. lasiurus* enquanto *T. lasiotis* ocorreu em parcelas com baixo adensamento arbóreo. *C. tener* foi encontrado em ambientes com maior número de cupinzeiros enquanto *N. lasiurus* em ambientes com menor número de cupinzeiros (Figura 2.1).

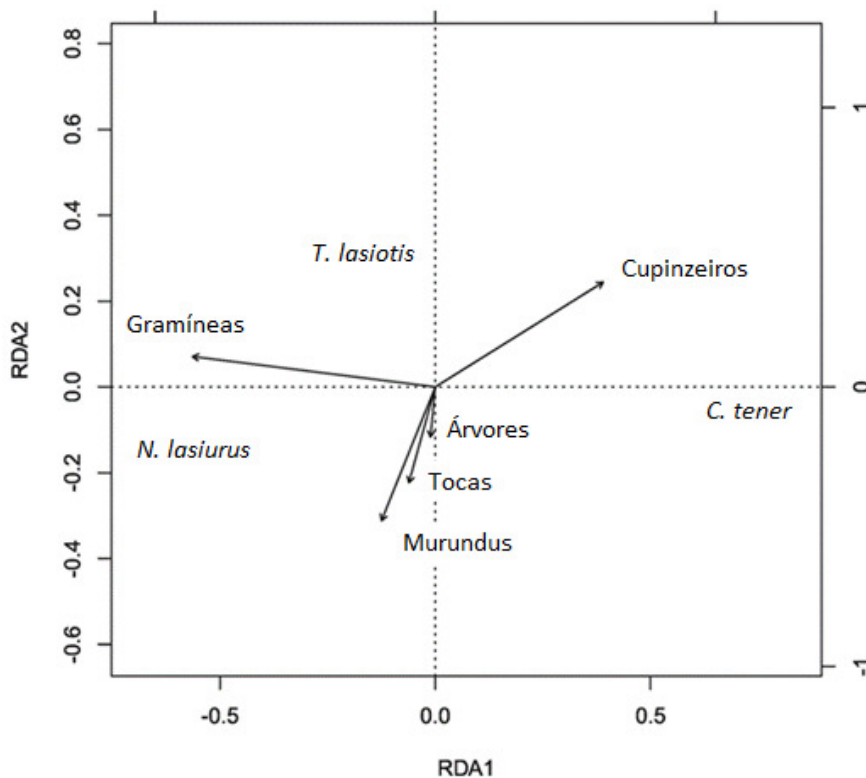


Figura 2.1 – Biplot da Análise de Redundância. RDA1 – primeira variável canônica (0,54/0,080 x “Inertia/Eigenvalues”); RDA2 – segunda variável canônica (0,54/0,008). As setas são as variáveis ambientais: Gramíneas - porcentagem de cobertura de gramíneas; Murundus – número de murundus; Árvores – número de árvores; Cupinzeiros – número de cupinzeiros; Tocas – número de tocas de tatu ativas; e as espécies: *C. tener* – *Calomys tener*; *T. lasiotis* – *Thalpomys lasiotis*; *N. lasiurus* – *Necromys lasiurus*. Os pontos de captura não estão representados e sim o centro de abundância *abundance centers* das três espécies de cricetídeos na Estação Ecológica de Águas Emendadas.

Para *N. lasiurus* não foi encontrada diferença entre as variáveis de microhabitat utilizadas entre os sexos ( $F = 0,900$ ;  $gl = 174$ ;  $p = 0,485$ ) e estágios reprodutivos ( $F = 0,676$ ;  $gl = 174$ ;  $p = 0,745$ ). Para *T. lasiotis* também não foi encontrada diferença significativa entre as variáveis de microhabitat quando comparados os machos e fêmeas ( $F = 0,447$ ;  $gl = 25$ ;  $p = 0,812$ ). No entanto, foi encontrada diferença no uso das variáveis de microhabitat entre os animais reprodutivos e não reprodutivos ( $F = 2,672$ ;  $gl = 25$ ;  $p = 0,046$ ). Para *C. tener* não foi possível realizar a análise devido ao número baixo ( $n = 3$ ) de fêmeas capturadas.

## 2.4. Discussão

A densidade das espécies de roedores aumenta a partir do final da estação chuvosa até a metade da estação seca e diminui no início da estação chuvosa (Borchert & Hansen, 1983; Alho & Pereira, 1985; Vieira, 1997). Assim, os dados do trabalho contemplam parte substancial do período de maior abundância de roedores.

A abundância das espécies de cricetídeos foi influenciada principalmente por, pelo menos, três variáveis ambientais: cobertura de gramíneas e números de tocas e número de murundus. Realmente, trabalhos prévios mostraram a importância das gramíneas porque ofertam grande disponibilidade de recursos alimentares (sementes) e de abrigos, que são considerados elementos importantes na seleção de habitats de pequenos mamíferos (Dueser & Shugart, 1978; Alho, 1982). A variação no adensamento de gramíneas influenciou de maneira muito mais marcante a comunidade de roedores do que o número de árvores.

A comunidade de pequenos mamíferos em áreas abertas de cerrado mostrou-se fortemente relacionada com a cobertura de gramíneas. Estudos anteriores já tinham detectado a cobertura da vegetação como sendo um dos fatores determinantes da distribuição local e da abundância das espécies de pequenos mamíferos (Birney *et al.*, 1976; Barnum *et al.*, 1992; Cassini & Galante, 1992; Cerqueira & Freitas, 1999).

A associação das espécies com número de cupinzeiros pode estar relacionada com sítios de construção de ninhos e abrigos. Ninhos de *N. lasiurus* já foram encontrados no interior de tocas de tatus (Vieira *et al.*, 2005). Apesar de pequena, foi detectada uma relação positiva desta espécie com número de tocas de tatus. Outras três espécies de cricetídeos em florestas de Araucária também mostraram associação forte com a cobertura vegetal e com o número de tocas de tatu e os autores sugeriram que estas variáveis possam estar relacionadas à proteção (densidade de árvores e tocas) e/ou à disponibilidade de alimento (Dalmagro & Vieira, 2005). Múrua & González (1982) também sugeriram que os roedores utilizam cobertura vegetal para se protegerem de predadores.

*Calomys tener* foi mais abundante em áreas com maior densidade de cupinzeiros e com menor adensamento de gramíneas e de murundus. Esta é uma espécie pouco estudada e não há trabalhos que possibilitem uma comparação. Porém, sabe-se que ela está relacionada às áreas abertas e aos estágios iniciais da sucessão pós-fogo (Briani *et al.*, 2002), o que sugere sua preferência por áreas com menor cobertura de gramíneas e

um melhor entendimento da sua maior abundância em locais com baixa presença de murundus que são locais com maior acúmulo de árvores no gradeado.

Das três espécies *N. lasiurus* têm sido aquela com maior acúmulo de dados dentre as espécies do Cerrado do Brasil, possivelmente por sua ampla distribuição geográfica, abundância local e de hábito mais generalista (Vieira, 2003). Sabe-se que as espécies especialistas de habitat são competitivamente dominantes sobre *N. lasiurus* (Henriques & Alho, 1991). A maior abundância desta espécie estava em locais com maior número de murundus e de árvores quando comparada com as outras espécies, apesar desta última variável não ser tão significativa quanto às outras. Mesmo relacionada com a presença de árvores é importante lembrar que *N. lasiurus* é estritamente cursorial, com 100% de seus movimentos ocorrendo no chão em áreas de cerrado *sensu stricto*. É encontrada altamente associada à maior disponibilidade de frutos e locais de abrigo quando comparada com a espécie *Oryzomys* (= *Cerradomys*) *scotti* (Wagner, 1842), o que sugere que sua associação com árvores possa estar relacionada à alimentação (Vieira *et al.*, 2005). Apesar de *N. lasiurus* possuir ampla distribuição geográfica e utilizar diferentes tipos de habitats ela é encontrada em maior abundância em áreas de cerrado *sensu stricto* (Henriques & Alho, 1991), podendo utilizar outras áreas apenas marginalmente, para alimentação e/ou nidificação.

A maioria das capturas de *T. lasiotis* (75%) e de *C. tener* (58%) ocorreu em armadilhas onde nenhuma outra espécie foi capturada. Para *N. lasiurus*, 42% das capturas ocorreram em armadilhas que só capturaram esta espécie. Estes dados sugerem que *T. lasiotis* e *C. tener* apresentam maior especialização na escolha do habitat quando comparado com *N. lasiurus*.

Jorsenen (2004) indicou que nas pesquisas de microhabitat os autores estão interessados, primariamente, nos mecanismos de coexistência e competição. O modo direto de coleta de tais dados é limitado, uma vez que os experimentos de remoção analisam cada um dos pares de espécies separadamente, o que dificulta a realização de experimentos com as espécies de uma dada comunidade (Shenbrot & Krasnov, 2002). Além disso, a intensidade da competição interespecífica pode flutuar no tempo e variar, ainda, de acordo com a densidade, como detectado em trabalhos experimentais (Abramsky *et al.*, 1991) e teóricos (Morris, 1999), o que sugere que alguns tipos de estimadores de competição podem ser densidade-dependentes. As espécies também podem competir apenas em situações de escassez de recursos alimentares (Shenbrot & Krasnov, 2002).

O estudo prévio realizado na mesma área deste trabalho encontrou que *N. lasiurus* foi mais abundante de janeiro a abril de 2004 (segunda metade da estação chuvosa no cerrado), com redução na abundância após junho, quando a espécie *T. lasiotis* tornou-se mais abundante na área (Ribeiro & Marinho-Filho, 2005). Realmente, as duas espécies *T. lasiotis* e *N. lasiurus* foram consideradas como tendo habitat muito similar (Alho & Pereira, 1985) e separadas apenas temporalmente. A distribuição diferencial das abundâncias de *N. lasiurus* e *T. lasiotis* ao longo dos meses poderia ser um mecanismo de coexistência entre estas espécies potencialmente competidoras (Lacher *et al.*, 1989; Ribeiro & Marinho-Filho, 2005). Os primeiros autores definiram *T. lasiotis* como um competidor dominante e com alto índice de especialização e *N. lasiurus* como um fraco competidor e generalista.

Marinho-Filho *et al.* (1994) compararam 11 áreas de Cerrado com habitats variados em relação à composição e riqueza das espécies de pequenos mamíferos e concluíram que a heterogeneidade dos habitats é um bom parâmetro para explicar a riqueza de espécies de pequenos mamíferos no Cerrado. Outros autores também sugeriram que a abundância dos pequenos mamíferos pode ser melhor explicada pelas características do macrohabitat do que pelas variáveis de microhabitat (Morris, 1987; Jorgensen & Demarais, 1999). Entretanto, não há um consenso já que outros autores encontraram um maior efeito das características de microhabitat na distribuição dos pequenos mamíferos do que aquelas do macrohabitat (Bellows *et al.*, 2001; Castleberry *et al.*, 2002). Além disso, há evidências de que os distúrbios nos sítios de captura podem afetar o uso do microhabitat, o que sugere que alguns resultados possam representar artefatos metodológicos associados às técnicas de captura correntes (Root *et al.*, 2002). Estas variações também podem ser devido a diferença das espécies e ambientes.

A utilização do habitat pelos roedores pode ser influenciada por espécies que interagem competitivamente umas com as outras, interferindo na abundância e na distribuição espacial destas (Dueser & Porter, 1986). Outros autores sugerem que a probabilidade de coexistência das espécies pode ser baseada em outras diferenças ecológicas, tais como tempo e segregação alimentar (Gentile & Fernandez, 1999). Outros, ainda, indicam variações na importância da competição na estrutura da comunidade entre biomas, mais determinante em florestas temperadas (Dueser & Shugart, 1978) e menos em florestas de Araucária (Dalmagro & Vieira, 2005). A habilidade competitiva nos mamíferos terrestres da Austrália foi correlacionada

positivamente com a especialização do habitat e com o tamanho do corpo (Luo *et al.*, 1998).

Na Análise de Redundância as variáveis explicaram 21% da distribuição das espécies desta área de campo de murundu. Portanto, a composição da comunidade de roedores, parece ser determinada por um conjunto de fatores em micro e macro escala. Este trabalho ressalta que determinadas variáveis de microhabitat são selecionadas diferentemente pelas espécies e pelos indivíduos de uma mesma espécie, como encontrado para *T. lasiotis* em relação aos animais reprodutivos. Assim, o estágio reprodutivo dos indivíduos coletados deve ser incluído nas análises para uma melhor interpretação da utilização de habitat pelas espécies e indivíduos da comunidade de pequenos mamíferos.

## 2.5. Referências bibliográficas

- ABRAMSKY, Z.; ROSENZWEIG, M. L. & PINSHOW, B. 1991. The shape of a gerbil isocline measures using principles of optimal habitat selection. *Ecology*, 72: 1529-1543.
- ALHO, C. J. R. 1980. Small mammal populations of Brazilian cerrado: the dependence of abundance and diversity on habitat complexity. *Revista Brasileira de Biologia*, 41: 223-230.
- ALHO, C. J. R. 1982. Brazilian rodents: their habitats and habits. Pp. 143-166. *In*: Mares, M. A. & Genoways, H. H. *Mammalian Biology in South America*. Pittsburgh, Pymatuning Laboratory of Ecology, Gainesville.
- ALHO, C. J. R. & PEREIRA, L. A. 1985. Population ecology of a cerrado rodent community in Central Brazil. *Revista Brasileira de Biologia*, 45: 597-607.
- AUGUST, P. V. 1983. The role of habitat and heterogeneity in structuring tropical mammal communities. *Ecology*, 64: 1495-1507.
- BARNUM, S. A.; MANVILLE, C. J.; TESTER, J. R. & CARMEN, W. J. 1992. Path selection by *Peromyscus leucopus* in the presence and absence of vegetative cover. *Journal of Mammalogy*, 73: 797-801.
- BECKER, R. G.; PAISE, G.; BAUMGARTEN, L. C. & VIEIRA, E. M. 2007. Estrutura de comunidade de pequenos mamíferos e densidade de *Necomys lasiurus* (Rodentia, Sigmodontinae) em áreas abertas de cerrado no Brasil Central. *Mastozoologia Neotropical*, 14: 157-168.
- BELLOWS, A. S.; PAGELS, J. F. & MITCHELL, J. C. 2001. Macrohabitat and microhabitat affinities of small mammals in a fragment landscape on the upper Coastal Plain of Virginia. *American Midland Naturalist*, 146: 345-360.
- BIRNEY, E. C.; GRANT, W. E. & BAIRD, D. D. 1976. Importance of vegetative cover to cycles of *Microtus* populations. *Ecology*, 57: 1043-1051.
- BORCHERT, M. & HANSEN, R. I. 1983. Effects of flooding and wildfire on valley side wet campo rodent in Brazil. *Revista Brasileira de Biologia*, 43: 29-240.
- BRIANI, D. C.; PALMA, A. R. T.; VIEIRA, E. M. & HENRIQUES, R. P. B. 2004. Post-fire succession of small mammals in the Cerrado of central Brazil. *Biodiversity and Conservation*, 13: 1023-1037.
- CASSINI, M. H. & GALANTE, M. L. 1992. Foraging under predation risk in the wild guinea pig: the effect of vegetation height on habitat utilization. *Annual Zoology Fennici*, 29: 285-290.
- CASTLEBERRY, S. B.; WOOD, P. B.; FORD, W. M.; CASTLEBERRY, N. L. & MENGAK, M. T. 2002. Summer microhabitat selection by foraging Allegheny woodrats (*Neotoma magister*) in a managed forest. *American Midland Naturalist*, 147: 93-101.



- CERQUEIRA, R. & FREITAS, S. R. 1999. A new study method of microhabitat structure of small mammals. *Revista Brasileira de Biologia*, 59: 219-223.
- DALMAGRO, A. D. & VIEIRA, E. M. 2005. Patterns of habitat utilization of small rodents in an area of Araucaria forest in Southern Brazil. *Austral Ecology*, 30: 353-362.
- DUESER, R. D. & PORTER, J. H. 1986. Habitat use by insular small mammals: relative effects of competition and habitat structure. *Ecology*, 67: 195-201.
- DUESER, R. D. & SHUGART, H. H. Jr. 1978. Microhabitats in a forest-floor small MAMMAL FAUNA. *ECOLOGY*, 59: 89-98.
- DRAY, S.; LEGENDRE, P. & PERES-NETO, P. 2006. Spatial modelling: a comprehensive framework for principal coordinate analysis of neighbor matrices (PCNM). *Ecological Modelling*, 196: 483-493.
- FONSECA, G. A. B. & K. H. REDFORD. 1984. The mammals of IBGE's Ecological Reserve, and an analysis of the role of the gallery forests in increasing diversity. *Revista Brasileira de Biologia*, 44: 517-523.
- FREITAS, S. R.; CERQUEIRA, R. & VIEIRA, M. V. 2002. A device and standard variables to describe microhabitat structure of small mammals based on plant cover. *Brazilian Journal of Biology*, 62: 795-800.
- GENTILE, R. & FERNANDEZ, F. A. S. 1999. Influence of habitat structure on a streamside small mammal community in a Brazilian rural area. *Mammalia*, 63: 29-40.
- GODINEZ-DOMINGUEZ, E. & FREIRE, J. 2003. Information-theoretic approach for selection of spatial and temporal models of community organization. *Marine Ecology-Progress Series*, 253:17-24.
- HENRIQUES, R. P. B. & ALHO, C. J. 1991. Microhabitat selection by two rodent species in the cerrado of central Brazil. *Mammalia*, 55: 49-56.
- JORGENSEN, E. E. 2004. Small mammal use of microhabitat reviewed. *Journal of Mammalogy*, 85: 539-539.
- JORGENSEN, E. E. & DEMARAIS, S. 1999. Spatial scale dependence of rodent habitat use. *Journal of Mammalogy*, 80: 421-429.
- LACHER, T. E.; MARES, J. M. A. & ALHO, C. J. R. 1989. The structure of a small mammal community in a central Brazilian savanna. Pp. 137-162. *In: Redford, K. H. & Eisenberg, J. F. (Eds.). Advances in Neotropical Mammalogy University of Florida, Gainesville, The Sandhill Crane Press. 614p.*
- LEGENDRE, P. & GALLAGHER, E. 2001. Ecologically meaningful transformations for ordination of species data. *Oecologia*, 129: 271-280.
- LUO, J.; MONAMY, V. & FOX, B. J. 1998. Competition between two Australian rodent species: a regression analysis. *Journal of Mammalogy*, 79: 962-971.

- M'CLOSKEY, R. T. AND B. FIELWICK. 1975. Ecological separation of sympatric rodents *Peromyscus* and *Microtus*. *Journal of Mammalogy*, 56: 119-129.
- MARES, M. A. & ERNEST, K. A. 1995. Population and community ecology of small mammals in a gallery forest of central Brazil. *Journal of Mammalogy*, 76: 750-768.
- MARINHO-FILHO, J. & GUIMARÃES, M. M. 2001. Mamíferos das Matas de Galeria e das Matas Ciliares do Distrito Federal. Pp. 531-557. *In: Ribeiro, J. F.; Fonseca, C. E. L. & Sousa-Silva, J. C. (Eds.) Cerrado: caracterização e recuperação de Matas de Galeria. Empresa Brasileira de Pesquisa Agropecuária – Embrapa Cerrado, Planaltina.*
- MARINHO-FILHO, J.; REIS, M. L.; OLIVEIRA, P. S.; VIEIRA, E. M. & PAES, M. N. 1994. Diversity standards and small mammal numbers: conservation of the Cerrado Biodiversity. *Anais da Academia Brasileira de Ciências*, 66: 149-157.
- MARINHO-FILHO, J.; RODRIGUES, F. H. G. & JUAREZ, K. M. 2002. The cerrado mammals: diversity, ecology, and natural history. Pp: 267-284. *In: Oliveira, P. S. & Marquis, R. J. (Eds.) The cerrado of Brazil. Columbia University Press, Nova Iorque. 398p.*
- MORRIS, D. W. 1987. Ecological scale and habitat use. *Ecology*, 68: 362-369.
- MORRIS, D. W. 1999. Has the ghost of competition passed? *Evolutionary Ecology Research*, 1: 3-20.
- MÚRUA, R. & GONZÁLES, L. A. 1982. Microhabitat selection in two Chilean cricetid rodents. *Oecologia*, 52: 12-15.
- PERES-NETO, PR.; LEGENDRE, P.; DRAY, S. & BORCARD, D. 2006. Variation partitioning of species data matrices: estimation and comparison of fractions. *Ecology*, 87: 2614-2625.
- PREVEDELLO, J. A.; MENDONÇA, A. F. & VIEIRA, M. V. 2008. Uso do espaço por pequenos mamíferos: uma análise dos estudos realizados no Brasil. *Oecologia Brasiliensis*, 12(4): 610-625.
- PRICE, M. V. 1978. The role of microhabitat in structuring desert rodent communities. *Ecology*, 59: 910-921.
- R DEVELOPMENT CORE TEAM. 2009. R: A Language and Environment for Statistical Computing. <http://www.R-project.org>. Acessado em: 18/04/2009.
- RIBEIRO, R. & MARINHO-FILHO, J. 2005. Estrutura de comunidade de pequenos mamíferos (Mammalia, Rodentia) da Estação Ecológica de Águas Emendadas, Planaltina, Distrito Federal, Brasil. *Revista Brasileira de Zoologia*, 22: 898-907.
- ROOT, J. J.; JORGENSEN, E. E. & DEMARAI, S. 2002. Effects of soil disturbance on small mammal capture rates. *Intermountain Journal of Science*, 8: 223-225.

- SCHOENER, T. W. 1974. Resource partitioning in ecological communities. *Science*, 185: 27-39.
- SHENBROT, G. & KRASNOV, B. 2002. Can interaction coefficients be determined from census data? Testing two estimation methods with Negev Desert rodents. *Oikos*, 99: 47-58.
- VIEIRA, E. M.; IOB, G.; BRIANI, D. C. & PALMA, A. R. T. 2005. Microhabitat selection and daily movements of two rodents (*Necomys lasiurus* and *Oryzomys scotti*) in Brazilian Cerrado as revealed by a spool-and-line device. *Mammalian Biology*, 70: 359-365.
- VIEIRA, M. V. 1997. Dynamics of a rodent assemblage in a cerrado of Southeast Brazil. *Revista Brasileira de Biologia*, 57: 99-107.
- VIEIRA, M. V. 2003. Seasonal niche dynamics in coexisting rodents of the Brazilian cerrado. *Studies on Neotropical Fauna and Environment*, 38: 7-15.
- ZAR, J. H. 1999. *Biostatistical Analysis*. Prentice Hall, New Jersey, 666p.

### **3. Desenvolvimento e reprodução de roedores em um Cerrado do Brasil central.**

#### **3.1. Introdução**

A estrutura de uma população se refere à densidade, distribuição de indivíduos no habitat, proporções de indivíduos em diferentes classes etárias, razão sexual, a área de vida e o comportamento (Ricklefs, 2003). A razão sexual e a estrutura etária da população influenciam a dinâmica populacional devido às diferenças que ocorrem nos nascimentos e mortes, e podem estar relacionadas ao sexo e à idade dos indivíduos (Ricklefs, 2003). Os estudos que englobam características da história de vida das espécies são importantes porque mudanças nestas características revelam o caminho pelo qual as populações respondem ao meio ambiente (Wolff & Sherman, 2007).

A determinação dos períodos reprodutivos de roedores é normalmente baseada nas características externas das gônadas de machos e fêmeas (Couto & Talamoni, 2005). Machos são considerados reprodutivos quando apresentam testículos escrotados (externos à cavidade abdominal) e fêmeas reprodutivas são aquelas com abertura vaginal, grávidas ou lactantes (McCravy & Rose, 1992; Pedreira, 1998; Ribeiro, 2005; Couto & Talamoni, 2005). Estágios de desenvolvimento são utilizados para estimar a classe etária dos roedores, utilizando as condições reprodutivas dos animais e massa corporal para classificá-los entre imaturos (jovens) e maduros sexualmente (adultos).

Estudos sobre aspectos reprodutivos de pequenos mamíferos em campo no Brasil têm sido realizados para marsupiais (e.g. Loretto & Vieira, 2005; Graipel & Filho, 2006; Barros *et al.*, 2007) e para roedores (Bergallo & Magnusson, 1999; Gentile *et al.*, 2000). Entretanto, são poucos os trabalhos que contem informações sobre taxa de crescimento corporal (e.g. Francisco *et al.*, 1995; Salvador & Fernandez, 2008) e tamanho das proles de roedores devido à dificuldade de obtenção de informações em campo.

Mesmo em cativeiro, as informações são restritas a alguns gêneros, como, por exemplo, *Calomys* (Mello, 1978; Hodara *et al.*, 1989; Araripe *et al.*, 2006). O tamanho das ninhadas de *Calomys tener* (Winge, 1887) é de, em média, 3,5 filhotes (Araripe *et al.*, 2006) e para *Necromys lasiurus* (Lund 1840) é de 4 – 7 filhotes (Dietz, 1983; Araripe *et al.*, 2006). O período de gestação destas espécies é entre 21 e 23 dias (Mello, 1980; Araripe *et al.*, 2006). Indivíduos de *N. lasiurus* constroem ninhos com partes de

gramíneas e folhas em tocas localizadas abaixo da superfície do solo como tocas de tatus, troncos de árvores caídos ou até mesmo em áreas abertas desprovidas de proteção (Alho & Pereira, 1985; Vieira *et al.*, 2005). Para a espécie *Thalpomys lasiotis* Thomas, 1916 as informações encontradas sobre reprodução estão restritas a um único artigo publicado com os dados do primeiro ano de coletas do presente trabalho (Ribeiro *et al.*, 2011).

Para entender a regulação do tamanho das populações de pequenos mamíferos é fundamental estudar os fatores que influenciam a reprodução. A reprodução dos roedores pode ou não apresentar um padrão sazonal, relacionados à disponibilidade do recurso alimentar (Bronson & Perrigo, 1987). Diversos fatores podem contribuir para a variação sazonal na reprodução dos mamíferos, dentre eles estão a temperatura ambiente, o fotoperíodo e as chuvas (Shine & Brown, 2008; Bronson, 2009).

O presente trabalho teve como objetivo caracterizar o tamanho da ninhada e desenvolvimento dos filhotes de *C. tener* e *N. lasiurus*; caracterizar a estrutura das populações de *C. tener*, *N. lasiurus* e *T. lasiotis* em áreas de campo aberto com murundus em relação à razão sexual, estrutura etária, taxa de crescimento médio individual, tempo de permanência na área e período reprodutivo. A hipótese testada é que estas espécies de roedores do Cerrado apresentam reprodução sazonal.

## **3.2. Materiais e Métodos**

### *3.2.1. Área de Estudo*

Ver Materiais e Métodos item I.

### *3.2.2. Captura dos Animais*

Ver Materiais e Métodos item II.

### *3.2.3. Criação dos animais em cativeiro*

Três fêmeas grávidas de *C. tener* e três de *N. lasiurus* foram capturadas na Estação Ecológica de Águas Emendadas, transportadas e mantidas no laboratório de Mastozoologia da Universidade de Brasília, em 2009. Cada fêmea foi mantida em um aquário forrado com capim e com um ninho de madeira. As fêmeas foram alimentadas

diariamente com ração, frutas, sementes de gramíneas e água e observadas diariamente. Após o nascimento, todos os filhotes foram medidos e pesados diariamente em balança digital com precisão de 0,001g. As seguintes características físicas foram anotadas: olhos e ouvidos (abertos ou fechados), pêlos e dentes (presença ou ausência) e comportamentos como amamentação. Os filhotes se alimentaram do leite até substituir pela mesma alimentação que estava sendo fornecida para a mãe. Após observada as primeiras características reprodutivas os filhotes foram sacrificados.

#### 3.2.4. Análise dos dados

O esforço de captura foi calculado multiplicando-se o número de armadilhas pelo número de dias de exposição em cada gradeado. O sucesso de captura foi calculado dividindo-se o número de capturas pelo número de armadilhas multiplicado por 100. Todas as análises foram feitas para a *C. tener*, *N. lasiurus* e *T. lasiotis* separadamente. A razão sexual foi determinada para essas três espécies e foi verificado se havia predomínio de machos ou fêmeas pelo teste de qui-quadrado.

A estrutura etária das populações ao longo do tempo foi analisada pela determinação das categorias etárias (jovens, sub-adultos e adultos). Para verificar se houve diferença no número de jovens e sub-adultos (agrupados em uma mesma categoria) entre as estações seca e chuvosa foi utilizado o ‘teste t’ e entre os anos (2004 a 2009) foi utilizada a análise de variância (ANOVA). Para estas duas análises foram consideradas como unidades amostrais as coletas mensais realizadas. O tempo de permanência (em meses) foi calculado utilizando-se os dados de captura de cada indivíduo até o último mês no qual este foi recapturado. O período de permanência foi calculado separadamente para machos e fêmeas.

Para verificar a relação entre a massa corporal dos filhotes criados em cativeiro com o tamanho corporal destes foi utilizada regressão linear.

Para verificar quais os fatores que influenciam na variação da massa corporal foi utilizada a seleção de modelos Mínimos Quadrados Generalizados (GLS). Nessa análise foram incluídos apenas os dados dos indivíduos adultos. O modelo completo considerou como variáveis independentes o sexo (machos e fêmeas), o estágio reprodutivo (reprodutivos e não reprodutivos) e as estações do ano (chuvosa e seca). A seleção de modelos e a validação destes foram realizadas seguindo o protocolo apresentado por Zuur *et al.* (2009) para dados com distribuição normal utilizando o pacote nlme do

programa R (Pinheiro *et al.*, 2011). Primeiramente, o modelo completo foi validado pela avaliação visual de gráficos de resíduos normalizados para conferir a normalidade, a homocedasticidade e a ausência de padrões. Foi verificada por meio de avaliação de gráficos e comparação dos valores de AIC a relevância de adicionar o descritor de heterocedasticidade nos dados. A seleção de modelos foi realizada a partir da remoção sequencial de variáveis independentes em função de resultados de testes de razão de verossimilhança comparando modelos com presença e ausência de cada uma das variáveis. O modelo final foi obtido quando estavam presentes no modelo somente variáveis cuja retirada tivesse efeito significativo. Em cada passo, foi retirada a variável menos significativa (maior valor de p).

Modelo completo para a explicação da variação na massa corporal:

**massa = sexo + reprodução + sexo:reprodução + estação + sexo:estação + reprodução:estação + intercepto + erro**

Depois de selecionado o melhor modelo este foi novamente validado pela avaliação visual de gráficos de resíduos normalizados para conferir a normalidade, a homocedasticidade e a ausência de padrões. Todos os modelos foram considerados adequados em relação a estes requisitos.

Para as análises, foi considerada a massa corporal medida durante a captura do animal em cada mês. A variação na massa corporal foi calculada para jovens e adultos separadamente. Para o cálculo da variação mensal média na massa corporal individual de jovens a massa corporal na recaptura (em campanha diferente da captura) foi subtraída da massa inicial (no momento da captura). Este procedimento foi repetido para todos os indivíduos capturados quando jovens e com posteriores recapturas, exceto para o aumento de massa corporal devido à reprodução (fêmeas grávidas). Para os adultos foram verificadas a maior e menor massa corporal de cada indivíduo. Para verificar se havia relação entre o tamanho corporal e a massa corporal foi utilizada regressão linear simples.

O período reprodutivo dos indivíduos adultos também foi analisado separadamente para machos e fêmeas. Para testar a relação entre sazonalidade e período reprodutivo de machos e fêmeas foi utilizado o ‘teste t’ comparando a proporção de indivíduos capturados em estado reprodutivos de cada mês do período seco e chuvoso. Para verificar se havia relação entre a proporção de indivíduos reprodutivos e a precipitação foi utilizada regressão linear simples. Para verificar se existe diferença no número de indivíduos reprodutivos entre os anos foi utilizada Análise de Variância

(ANOVA), considerando a campanha como unidade amostral. Para o cálculo dos indivíduos que compõem cada categoria (estágio de desenvolvimento, estado reprodutivo, abundância) foi considerado apenas um registro mensal para cada indivíduo que será repetido como um indivíduo em todas as campanhas em que este for capturado. Os resultados foram considerados significativos quando  $p < 0,05$ . As análises foram realizadas utilizando o programa estatístico R 2.13.0 (Venables *et al.*, 2005; R Development Core Team, 2011).

### 3.3. Resultados

O esforço amostral foi de 43.200 armadilhas.noite. Foram obtidas 4.230 capturas, com sucesso de captura de ~10%. As análises foram realizadas apenas para as três espécies mais abundantes durante o estudo (~ 97% das capturas): *N. lasiurus* (51,3% das capturas), *T. lasiotis* (26,9%) e *C. tener* (18,7%).

A razão sexual ao longo de todo o trabalho não diferiu de 1:1 para as espécies *C. tener* ( $\chi^2 = 48,203$ ; gl = 55;  $p = 0,730$ ), *N. lasiurus* ( $\chi^2 = 65,692$ ; gl = 66;  $p = 0,487$ ) e *T. lasiotis* ( $\chi^2 = 37,015$ ; gl = 46;  $p = 0,825$ ).

Foi encontrada diferença no número de indivíduos jovens e sub-adultos de *C. tener* entre as estações seca e chuvosa ( $t = - 4,899$ ; gl = 39,196;  $p < 0,001$ ). A população de *C. tener* foi caracterizada por uma média de 30,7% de indivíduos em desenvolvimento (jovens e sub-adultos) na estação seca e de somente 6,5% na chuvosa (Figura 3.1). Entre os meses de outubro e março praticamente não foram encontrados indivíduos jovens ou sub-adultos na população (máximo de um indivíduo por mês) em todos os anos de estudo. Os indivíduos jovens foram capturados a partir de abril com picos de registros entre os meses de junho a setembro (Figura 3.1). Não foi encontrada diferença no número de indivíduos jovens e sub-adultos entre os seis anos de estudo ( $F_{5,66} = 0,903$ ;  $p = 0,484$ ). A maioria dos jovens capturados, 77% dos machos (13 indivíduos) e 75% das fêmeas (seis indivíduos), não foi recapturada quando adultos. O tempo máximo de permanência destes indivíduos capturados quando jovens na grade foi de 120 dias para os machos e 180 dias para as fêmeas (Figura 3.2). Apenas dois machos (15% dos indivíduos) e duas fêmeas (25%) capturados enquanto jovens foram recapturados posteriormente em estágio reprodutivo dentro do gradeado.



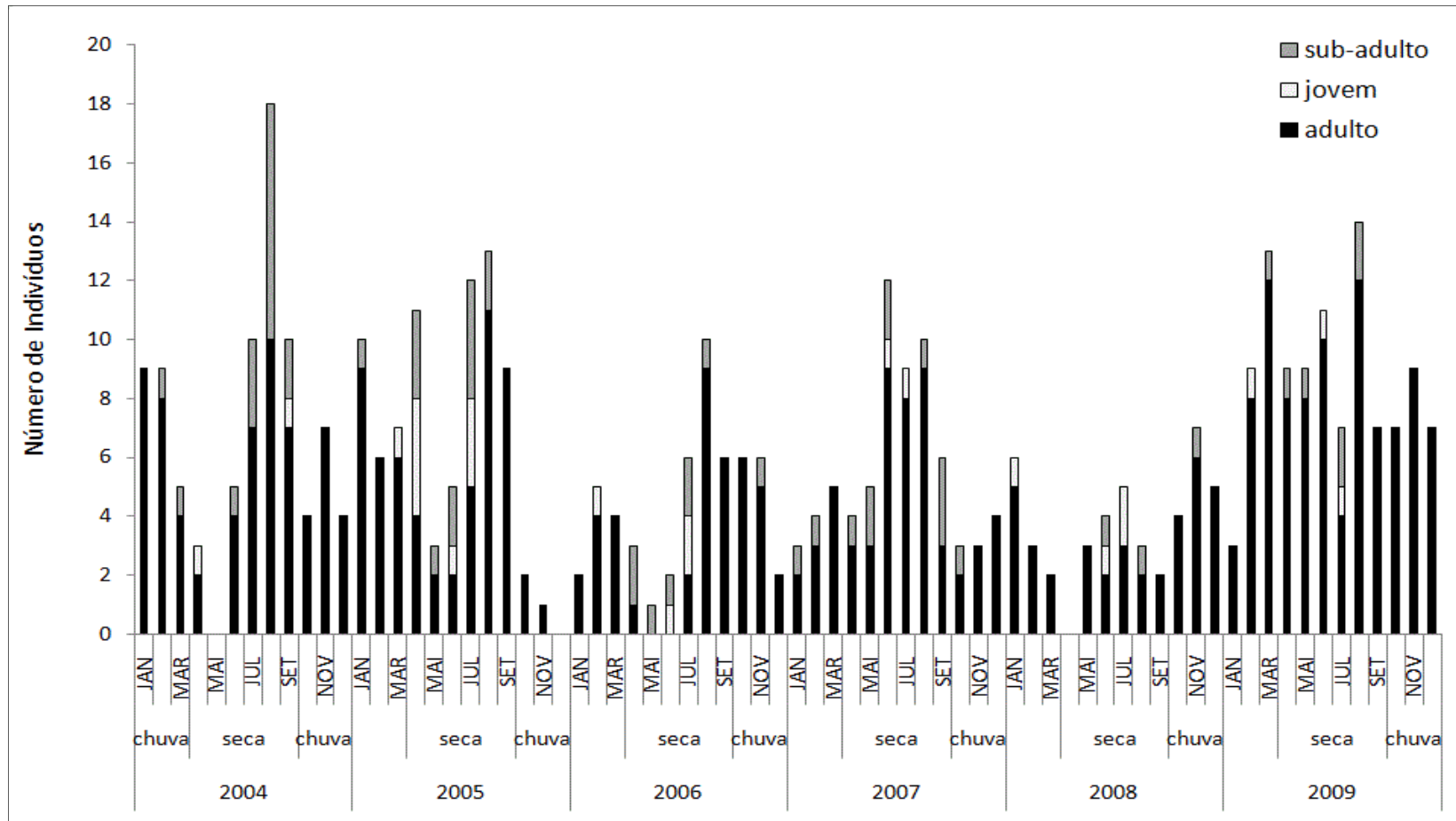


Figura 3.1 – Número de indivíduos jovens, adultos e sub-adultos de *Calomys tener* registrados mensalmente, entre 2004 e 2009 na Estação Ecológica de Águas Emendadas.

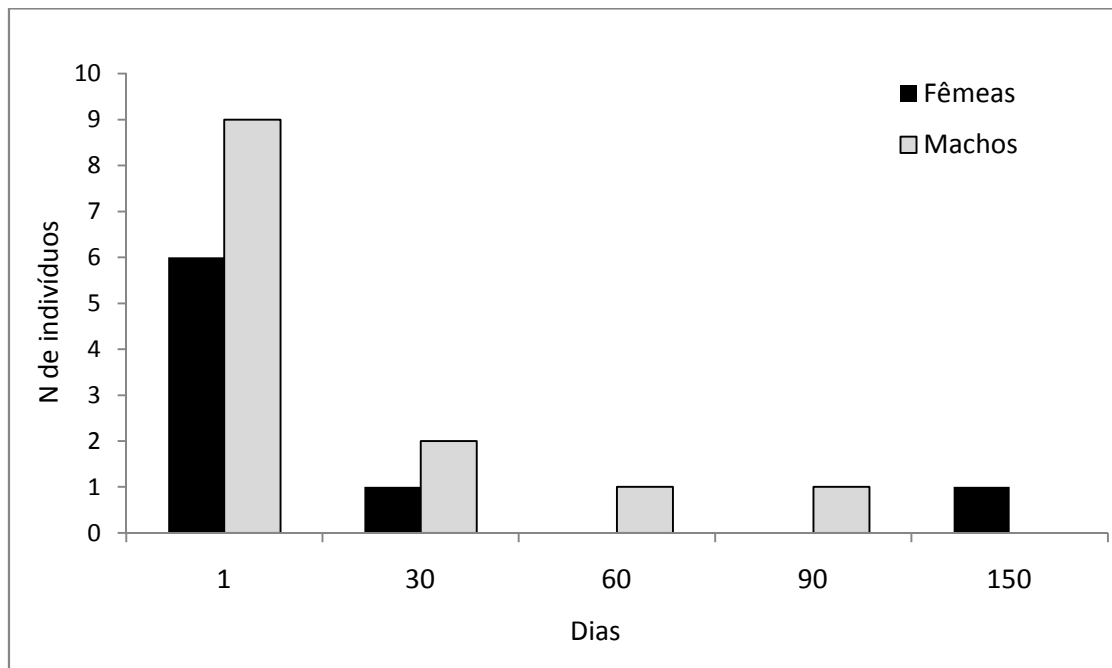


Figura 3.2 – Período de permanência de machos e fêmeas jovens de *Calomys tener* na grade estudo na Estação Ecológica de Águas Emendadas, de 2004 a 2009.

Para a espécie *N. lasiurus* o número de jovens encontrados no período seco foi igual ao encontrado durante a estação chuvosa. Indivíduos em crescimento foram registrados durante todo o ano, exceto em setembro e outubro, mas foram capturados principalmente de novembro a julho. Também não foi encontrada diferença significativa no número destes indivíduos entre os anos ( $F_{5,66} = 0,854$ ;  $p = 0,517$ ) (Figura 3.3). Dos jovens capturados, 85% dos machos (13 indivíduos) e 82% das fêmeas (seis indivíduos), não foram recapturados quando adultos. O tempo máximo de permanência na grade dos indivíduos capturados ainda jovens foi de 150 dias para os machos e para as fêmeas. Três machos (6% dos indivíduos) e duas fêmeas (6%) capturados enquanto jovens foram recapturados posteriormente em estágio reprodutivo dentro do gradeado.

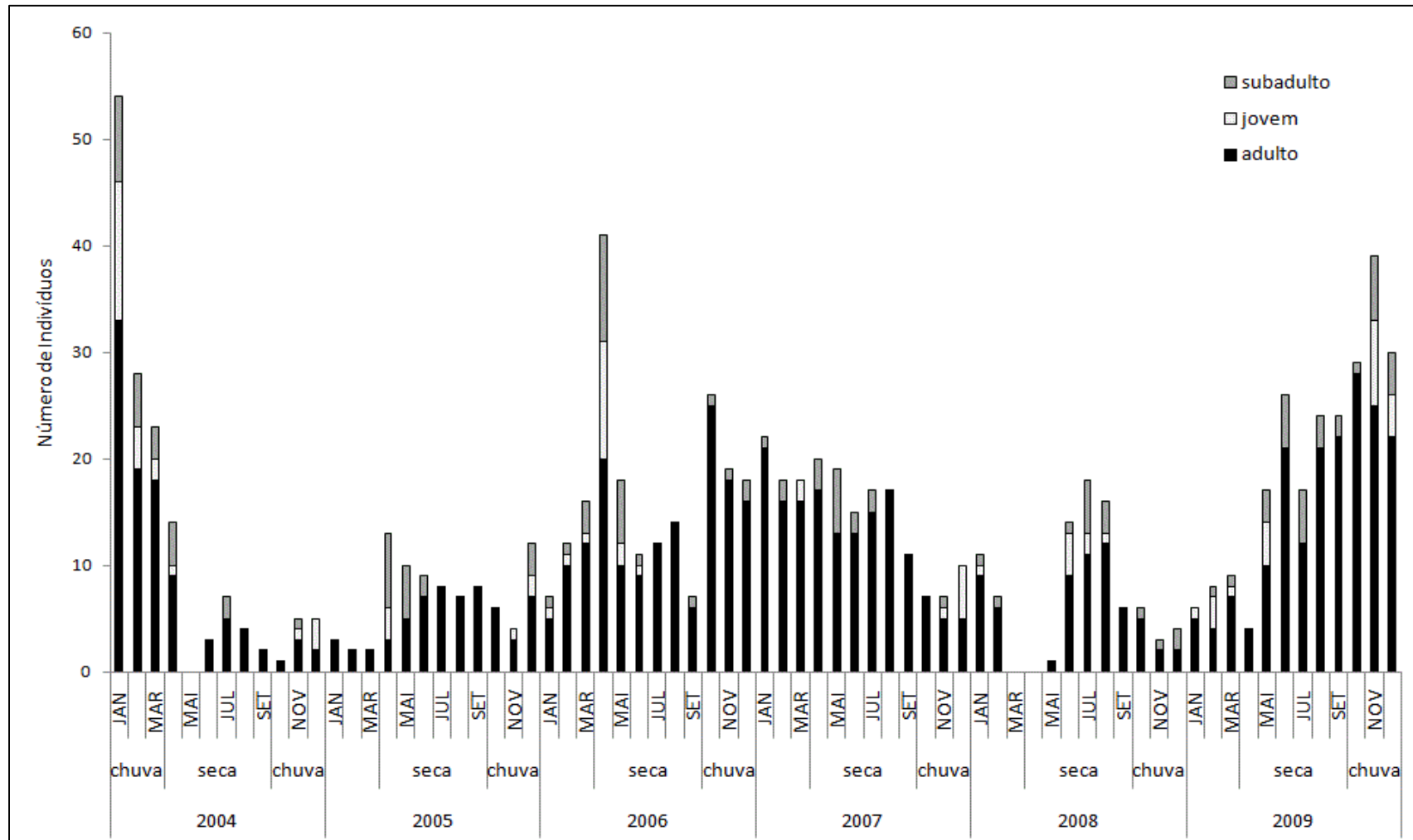


Figura 3.3 - Número de indivíduos jovens, adultos e sub-adultos de *Necromys lasiurus* registrados mensalmente, entre 2004 e 2009 na Estação ecológica de Águas Emendadas.

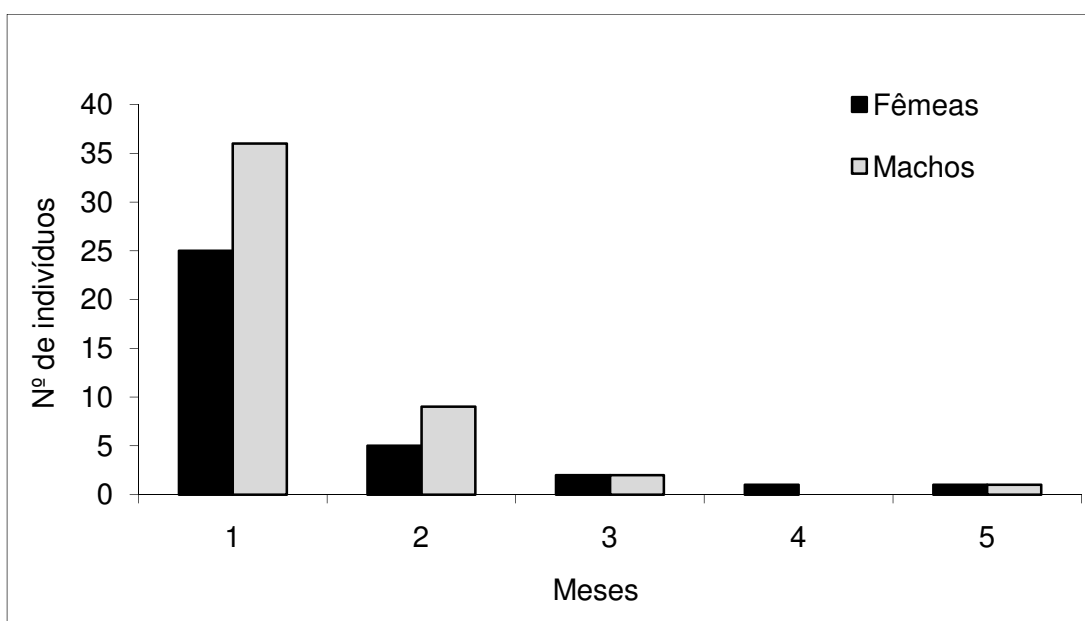


Figura 3.4 - Período de permanência de machos e fêmeas jovens de *Necromys lasiurus* na grade estudo na Estação Ecológica de Águas Emendadas, de 2004 a 2009.

Para a espécie *T. lasiotis* foi encontrada diferença no número de indivíduos jovens entre as estações seca e chuvosa ( $t = -2,108$ ;  $gl = 43$ ;  $p = 0,040$ ). A população de *T. lasiotis* foi caracterizada por 9,2% de indivíduos jovens na estação seca e 3,5% na estação chuvosa. Indivíduos jovens foram registrados principalmente no começo da estação seca (abril a junho), mas também o foram em menor proporção no início da estação chuvosa (outubro, novembro e janeiro). Nos meses de fevereiro, março, julho e dezembro não foram encontrados indivíduos jovens em nenhum ano (Figura 3.5). Também não foi encontrada diferença no número de jovens entre os anos ( $F_{5,66} = 0,853$ ;  $p = 0,517$ ). Entre os jovens capturados, 31% dos machos (29 indivíduos) e 67% das fêmeas (12 indivíduos), não foram recapturados quando adultos. O tempo máximo de permanência na grade dos indivíduos capturados jovens foi de 480 dias para os machos e 120 dias para as fêmeas (Figura 3.6). Dos indivíduos capturados quando jovens 11 machos (38% dos indivíduos) e nenhuma das fêmeas foram recapturados posteriormente em estágio reprodutivo dentro da grade de estudo.

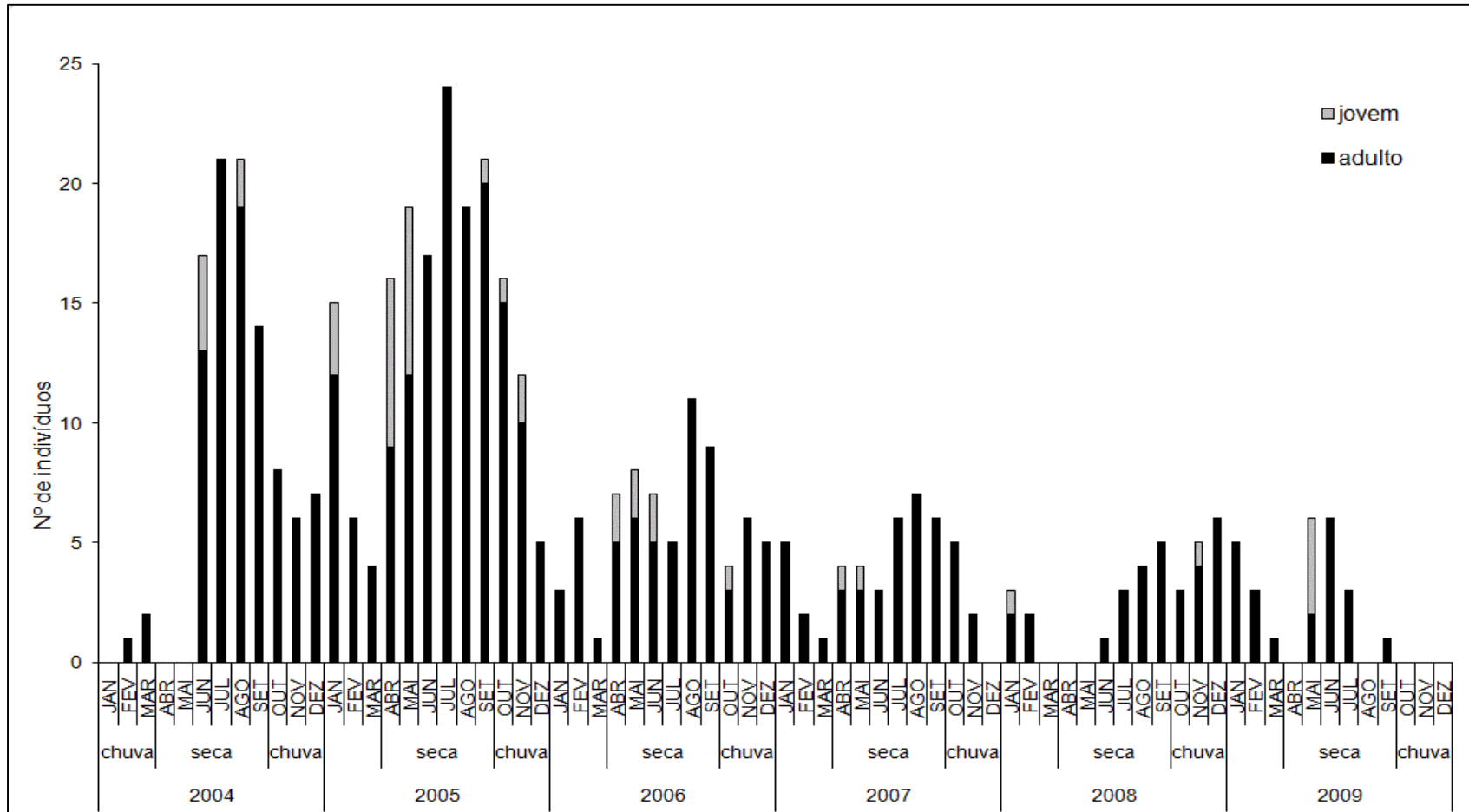


Figura 3.5 - Número de indivíduos jovens e adultos de *Thalpomys lasiotis* registrados mensalmente, entre 2004 e 2009 na Estação Ecológica de Águas Emendadas.

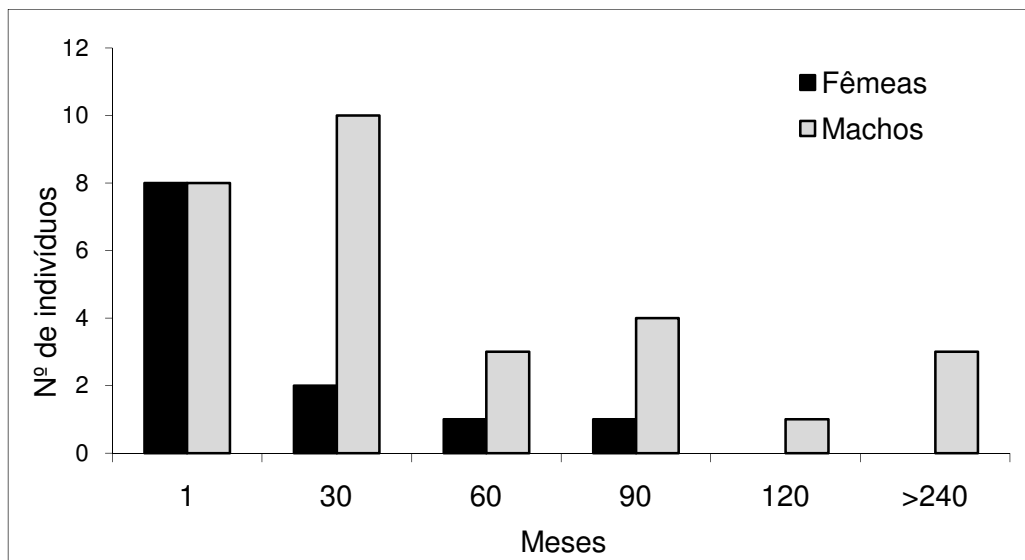
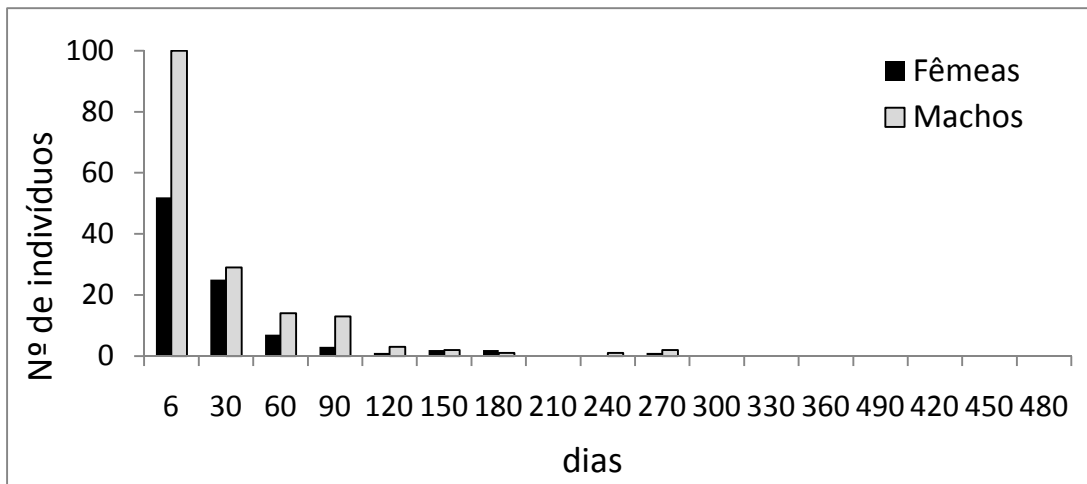
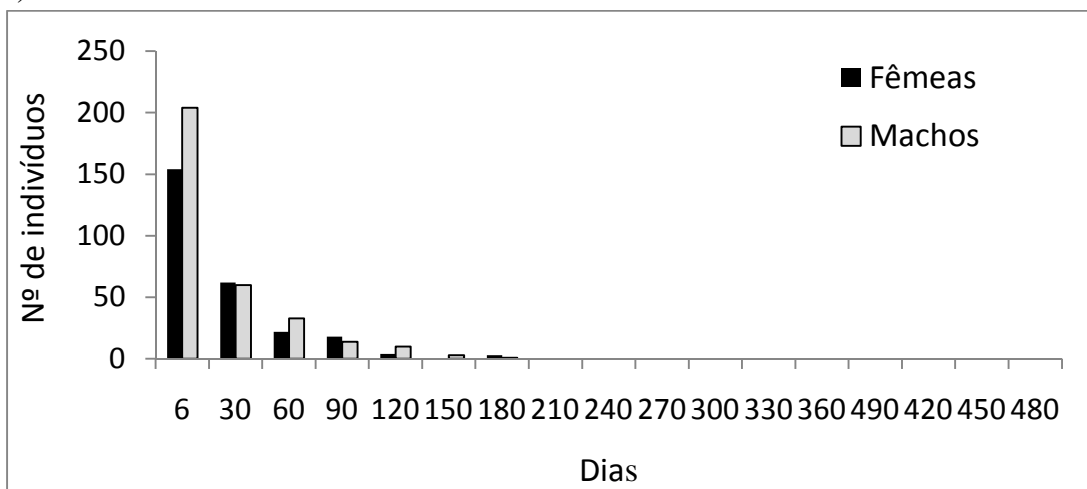


Figura 3.6 - Período de permanência de machos e fêmeas jovens de *Thalpomys lasiotis* na grade estudo na Estação Ecológica de Águas Emendadas, de 2004 a 2009.

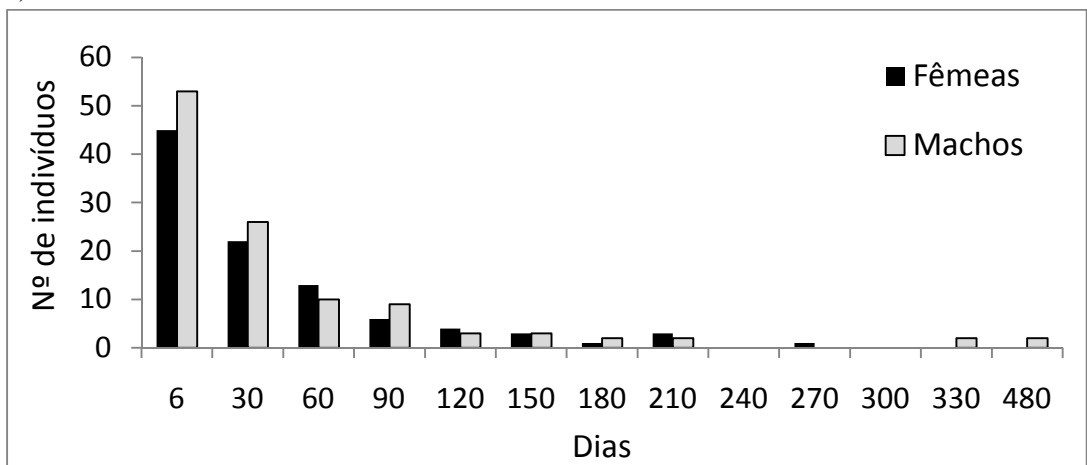
O maior período de permanência de fêmeas e machos de *C. tener* nos gradeados foi 270 dias (Figura 3.7a). A permanência média foi de 30 dias tanto para os machos quanto para as fêmeas. Indivíduos da espécie *N. lasiurus* permaneceram menos tempo na grade, com permanência máxima de 180 dias, quando comparados com os das outras duas espécies (Figura 3.7b). Machos e fêmeas permaneceram em média 25 dias na grade. *T. lasiotis* foi a espécie com maior período de permanência na grade. Uma fêmea permaneceu na grade durante 270 dias e dois indivíduos machos permaneceram 480 dias na grade de estudo (Figura 3.7c). A média de permanência das fêmeas de *T. lasiotis* na grade foi de 40 dias e dos machos foi de 50 dias.



a)



b)



c)

Figura 3.7 - Tempo de permanência, em dias, de machos e fêmeas de (a) *Calomys tener*, (b) *Necromys lasiurus* e (c) *Thalpomys lasiotis* nas grades de estudo na Estação Ecológica de Águas Emendadas, de 2004 a 2009.

No cativeiro, as fêmeas de *C. tener* tiveram em média quatro filhotes por ninhada (3-5 filhotes;  $n = 12$ ) e todos os filhotes sobreviveram durante o experimento (um mês após nascimento). A massa corporal média dos filhotes no dia do nascimento foi de 1,57 g (desvio padrão: d.p. = 0,33) g (1,1 – 2,1 g;  $n = 12$ ), sendo os indivíduos da menor ninhada os mais pesados (média de 2,08 g; d.p. = 0,05;  $n = 3$ ). Os filhotes nascem com poucos pêlos, finos e espaçados, com olhos e ouvidos fechados (Figura 3.8a, b). No terceiro dia os pêlos começaram a se tornar mais visíveis (Figura 3.8c). Entre o quinto e o sexto dia os filhotes possuíam uma pelagem rala, mas cobrindo todo o corpo (Figura 3.8d). Os dentes começaram a crescer entre o quarto e oitavo dia, mas os filhotes ainda eram amamentados (Figura 3.8e, f). No oitavo dia todos os filhotes das ninhadas já estavam com olhos abertos, pelagem praticamente completa e com um terço da massa corporal média do adulto. Aos vinte dias todos os filhotes estavam desmamados e os machos já apresentavam características reprodutivas com os testículos na bolsa escrotal, mas ainda não tinham atingido o tamanho do adulto (Figura 3.8g, h).



(a)



(b)



(c)



(d)



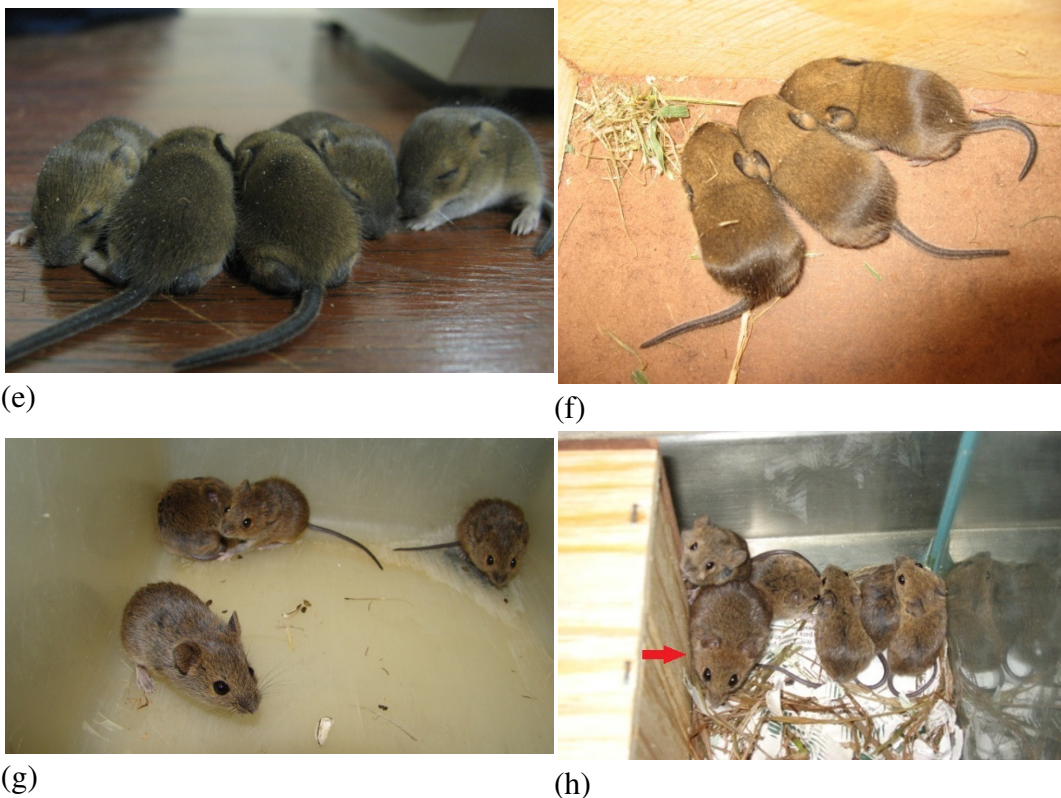


Figura 3.8 – Filhotes de *Calomys tener* nascidos e criados no laboratório de Mastozologia, Departamento de Zoologia, UnB, em 2009. As fêmeas grávidas foram capturadas no campo: (a, b) 1º dia de vida, (c) 3º dia, (d) 5º dia, (e, f) 7º dia, (g) 18º dia e (h) 20º dia ao lado da mãe (indicada com a seta vermelha).

O aumento da massa corporal de filhotes machos e fêmeas de *C. tener* foram muito similares, com os machos ligeiramente mais pesados do que as fêmeas (Figura 3.9). No sexto dia de vida os filhotes já apresentaram o dobro da massa corporal do dia do nascimento. Até um mês de vida, apesar dos machos já apresentarem características reprodutivas, é possível notar que os indivíduos apresentam uma correlação positiva entre o aumento na massa corporal e no tamanho corporal de machos ( $F_{1,24} = 1336$ ;  $r^2 = 0,982$ ;  $p < 0,0001$ ) e fêmeas ( $F_{1,24} = 3486$ ;  $r^2 = 0,993$ ;  $p > 0,0001$ ) (Figura 3.10).

As fêmeas de *N. lasiurus* tiveram em média 4,7 filhotes por ninhada (4-5 filhotes). As fêmeas perderam de 16 a 20g no parto. A massa média dos filhotes no dia do nascimento foi de 3,6, d.p. 0,7 g (3,2 – 4,8 g;  $n = 13$ ). Os filhotes nasceram com pouquíssimos pêlos, finos e espaçados, com olhos e ouvidos fechados (Figura 3.11a, b).

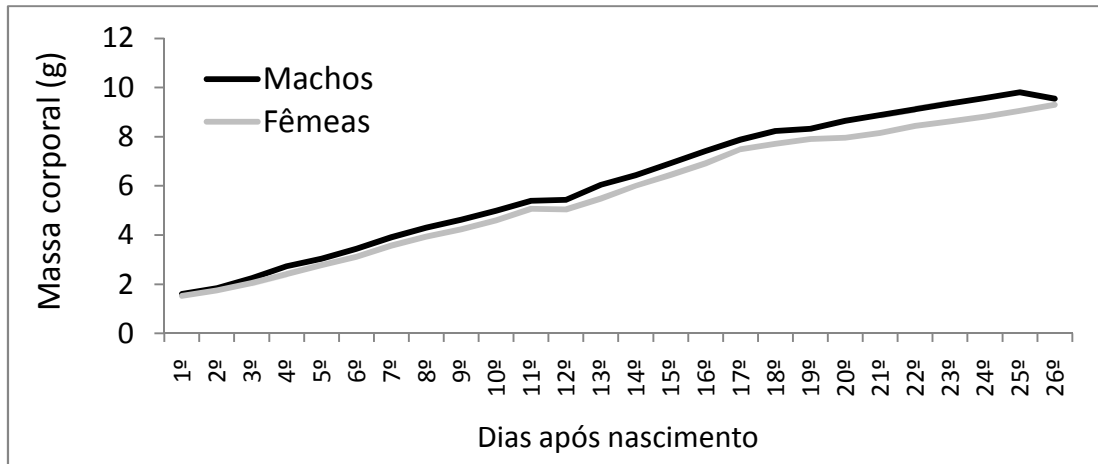


Figura 3.9 – Curva de crescimento dos filhotes (massa corporal média (g)) de *Calomys tener* criados em cativeiro no laboratório de Mastozoologia, Departamento de Zoologia, UnB, em 2009.

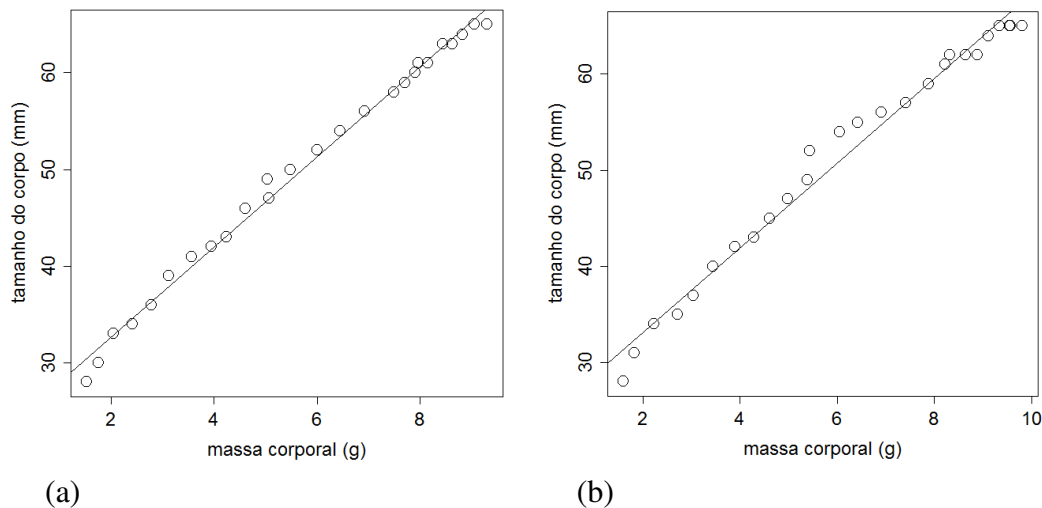


Figura 3.10 – Tamanho corporal (mm) em relação a massa corporal (g) dos filhotes machos (a) e fêmeas (b) de *Calomys tener* nascidos em cativeiro.

No terceiro dia os pêlos começaram a se tornar mais visíveis, o corpo começou a escurecer, mas os filhotes ainda não tinham dentes. No sétimo dia de vida uma fina camada de pêlos cobria todo o corpo (Figura 3.11c, d). Os dentes começaram a crescer no começo da segunda semana, mas os filhotes ainda eram amamentados (Figura 3.11e). Da metade para o final da segunda semana, os olhos dos filhotes abriram, a pelagem estava praticamente completa e já tinham um terço da massa corporal média do adulto. Dos 14 filhotes que nasceram um foi encontrado morto no 10º dia e retirado do aquário e o outro foi, provavelmente, comido pela mãe no 11º, sendo encontrados

apenas os vestígios de pêlos. Foi observado que esses filhotes apresentavam massa corporal inferior à dos irmãos e tinham sido rejeitados pela mãe, pois várias vezes foram encontrados fora do ninho vocalizando (Figura 3.11d). No final da segunda semana a pelagem já estava completa. Na terceira semana os filhotes já estavam andando fora do ninho e já tinham sido desmamados (Figura 3.11f). Os machos tiveram seus testículos escrotados entre quinta e sexta semana.



a)



b)



c)



d)



e)



f)

Figura 3.11 – Filhotes de *Necromys lasiurus* nascidos e criados no laboratório no laboratório de Mastozoologia, Departamento de Zoologia, UnB, em 2009, no (a, b) 1º dia de vida, (c, d) 6º dia (e) 12º dia, (g) e no 19º dia de vida.

As curvas do aumento da massa corporal no primeiro mês de vida de machos e fêmeas de *N. lasiurus* foram muito similares (Figura 3.12). No sétimo dia de vida os filhotes já haviam dobrado a massa corporal. O tamanho corporal foi relacionado positivamente à massa corporal dos filhotes machos ( $F_{1,28} = 492,2$ ;  $r^2 = 0,946$ ;  $p < 0,0001$ ) e fêmeas ( $F_{1,28} = 608,8$ ;  $r^2 = 0,956$ ;  $p < 0,0001$ ) de *N. lasiurus* (Figura 3.13) durante o primeiro mês de vida destes animais.

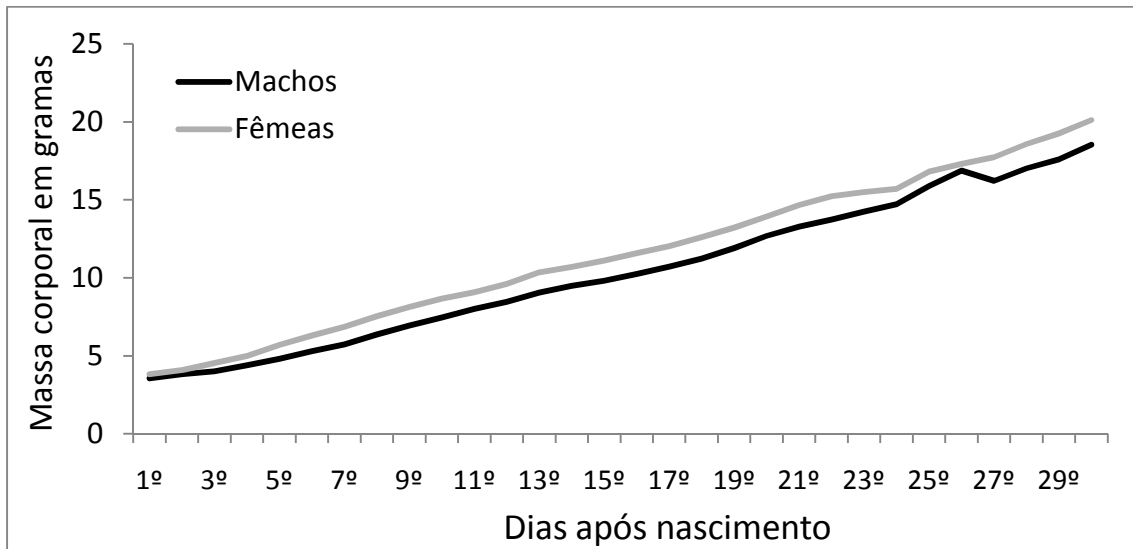
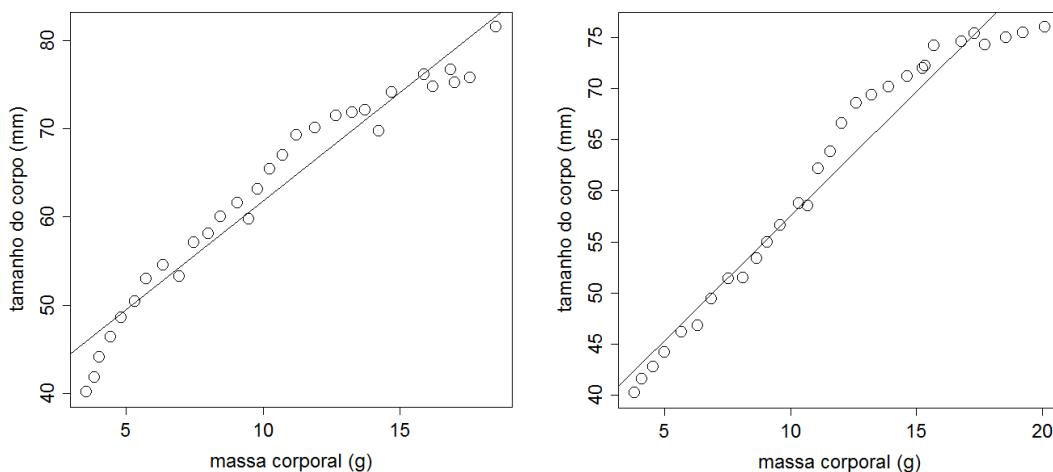


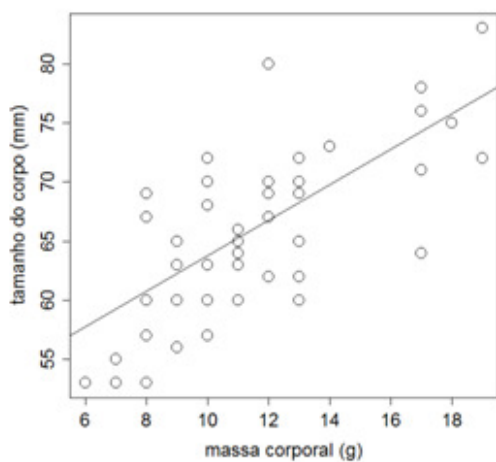
Figura 3.12 - Curva de crescimento dos filhotes (massa corporal média (g)) de *Necromys lasiurus* criados em cativeiro no laboratório de Mastozoologia, Departamento de Zoologia, UnB, em 2009.



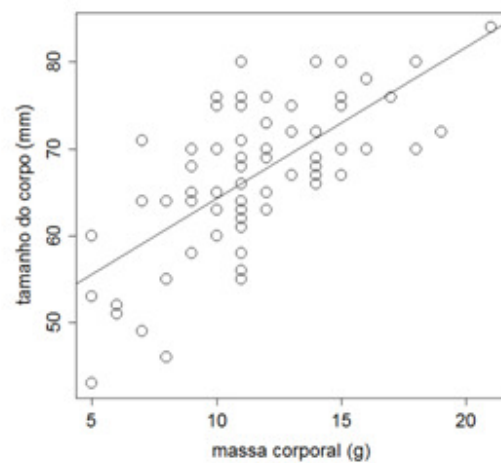
(a) (b)  
Figura 3.13 - Tamanho corporal (mm) em relação a massa corporal (g) dos filhotes machos (a) e fêmeas (b) de *Necromys lasiurus* nascidos em cativeiro.

A variação na massa corporal das espécies também foi observada para estas espécies de roedores com os dados de campo. O modelo selecionado para explicar a variação na massa corporal de *C. tener* incluiu as três variáveis testadas (sexo, estado reprodutivo e estação), com interação entre reprodução e sexo (Anexo 3-1). Indivíduos reprodutivos machos e fêmeas possuem massa corporal, em média, 1,8 g a mais do que os não reprodutivos (Tabela 3-I; Tabela 3-II). Entre os não reprodutivos, os machos possuem maior massa corporal do que as fêmeas, porém entre os reprodutivos, as fêmeas atingem maiores massas corporais que os machos (Tabela 3-I), assim houve interação destas duas variáveis. Os indivíduos também apresentaram maior massa corporal na estação chuvosa (em média 1,9 g maior) do que na estação seca (Tabela 3-II).

A massa corporal foi relacionada positivamente com o tamanho do corpo para fêmeas ( $F_{1,48} = 41,28$ ;  $r^2 = 0,462$ ;  $p < 0,001$ ) e machos ( $F_{1,76} = 65,52$ ;  $r^2 = 0,463$ ;  $p < 0,001$ ) de *C. tener*, fêmeas ( $F_{1,232} = 230,1$ ;  $r^2 = 0,498$ ;  $p < 0,001$ ) e machos ( $F_{1,280} = 211,6$ ;  $r^2 = 0,430$ ;  $p < 0,001$ ) de *N. lasiurus* e fêmeas ( $F_{1,82} = 17,61$ ;  $r^2 = 0,176$ ;  $p < 0,001$ ).



(a)



(b)

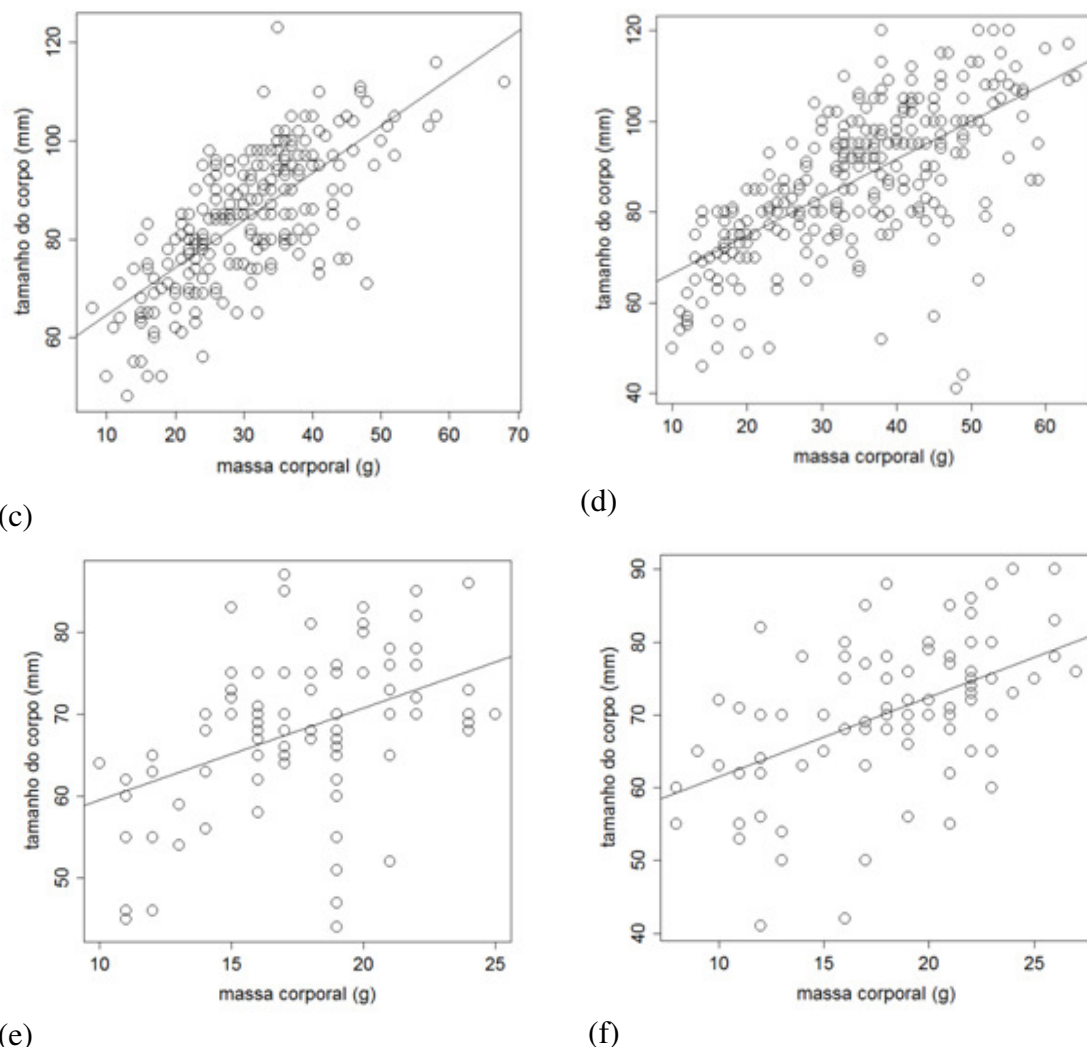


Figura 3.14 – Relação entre tamanho corporal (mm) e massa corporal (g) de (a) fêmeas e (b) machos de *Calomys tener* (c) fêmeas e (d) machos de *N. lasiurus* (e) fêmeas e (f) machos de *T. lasiotis*, durante o estudo realizado na Estação Ecológica de Águas Emendadas, Planaltina, DF, entre 2004 e 2009.

Tabela 3-I - Média da massa corporal (em gramas) de indivíduos machos e fêmeas, reprodutivos e não reprodutivos de *Calomys tener* nas estações seca e chuvosa, durante o estudo realizado entre 2004 e 2009 na Estação Ecológica de Águas Emendadas, Brasília, DF.

<i>Calomys tener</i>	Machos (g)	Fêmeas (g)
Massa corporal	13,6 (n = 218)	13,5 (n = 117)
Reprodutivos	13,7 (n = 127)	15,9 (n = 63)
Não reprodutivos	13,5 (n = 91)	12,8 (n = 54)
Seca	12,4 (n = 120)	12,0 (n = 63)
Chuva	14,8 (n = 98)	13,9 (n = 54)

Tabela 3-II – Modelo selecionado (massa ~ sexo + reprodução + estação + sexo:reprodução) com as estimativas média de massa corporal, valor de t e valor de p para cada uma das variáveis para a espécie *Calomys tener* durante o estudo realizado na Estação Ecológica de Águas Emendadas, Brasília, DF, entre 2004 e 2009.

	<b>Estimativa</b>	<b>Valor de t</b>	<b>Valor de p</b>
<b>Intercepto - fêmea</b>	13,857	37,794	< 0,001*
<b>Sexo - macho</b>	0,474	1,180	0,238
<b>Reprodução - reprodutivos</b>	1,803	2,943	0,003*
<b>Estação - seca</b>	- 1,888	- 7,139	< 0,001*
<b>Sexo:reprodução</b>	- 1,547	- 2,258	0,025*

\*efeito significativo

A massa corporal dos indivíduos considerados adultos de *C. tener* variou em até 10 g nas fêmeas e até 9 g em machos entre as sucessivas recapturas de cada indivíduo. Foi registrado um ganho de 8 g em seis dias de gestação de uma fêmea em campo. Para outra fêmea, foi registrada uma diferença de 7 g em um dia após o parto. A média de crescimento em campo encontrada para as fêmeas capturadas quando jovens e recapturadas quando adultas foi de 2,5 g a cada 30 dias (n = 2) e para os machos foi de 6 g/30 dias para os indivíduos apresentando de 4 a 6 g (n= 2) e de 2,1 g para os indivíduos de 7 a 9 g (n = 4).

O modelo selecionado para explicar a variação na massa corporal incluiu as três variáveis testadas (sexo, estado reprodutivo e estação) (Anexo 3-2). A massa corporal dos machos de *N. lasiurus* foi significativamente maior do que a das fêmeas (Tabela 3-III; Tabela 3-IV). O estágio reprodutivo também teve efeito significativo na variação da massa corporal, com os indivíduos reprodutivos mais pesados (em média 1,5 g) do que aqueles no período não reprodutivo (Tabela 3-III; Tabela 3-IV). A massa corporal dos adultos foi maior na estação chuvosa (em média 2,4 g) do que na seca (Tabela 3-IV).

Tabela 3-III - Média da massa corporal (em gramas) dos indivíduos machos e fêmeas, reprodutivos e não reprodutivos de *Necromys lasiurus* nas estações seca e chuvosa, durante o estudo realizado entre 2004 e 2009 na Estação Ecológica de Águas Emendadas, Brasília, DF.

<i>Necromys lasiurus</i>	<b>Macho (g)</b>	<b>Fêmea (g)</b>
Massa corporal	42,7 (n = 367)	36,2 (n = 279)
Reprodutivos	44,7 (n = 244)	37,4 (n = 135)
Não reprodutivos	41,7 (n = 123)	35,1 (n = 144)
Estação seca	40,6 (n = 176)	34,4 (n = 144)
Estação chuva	44,6 (n = 191)	36,9 (n = 135)

Tabela 3-IV – Modelo selecionado (massa ~ sexo + reprodução + estação) com as estimativas média de massa corporal, valor de t e valor de p para cada uma das variáveis para a espécie *Necromys lasiurus* durante o estudo realizado na Estação Ecológica de Águas Emendadas, Brasília, DF, entre 2004 e 2009.

	<b>Estimativa</b>	<b>Valor de t</b>	<b>Valor de p</b>
<b>Intercepto – fêmea</b>	36,558	57,636	<0,001*
<b>Sexo – macho</b>	6,620	11,330	<0,001*
<b>Reprodução - reprodutivos</b>	1,525	2,406	0,016*
<b>Estação – seca</b>	- 2,384	- 3,817	<0,001*

\*efeito significativo

A massa corporal dos indivíduos mais jovens de *N. lasiurus* (8 a 14 g) praticamente dobrou em um mês nesta fase (Figura 3.15). À medida que o animal vai se desenvolvendo, o ganho mensal de massa corporal vai diminuindo gradativamente. Nos machos, foi observado um aumento mensal na massa corporal mesmo depois que os indivíduos se tornaram adultos (sexualmente maduros). Para as fêmeas não foi registrado crescimento após a maturidade sexual. Todos os indivíduos capturados quando jovens se tornaram adultos após dois meses. A variação na massa corporal individual de *N. lasiurus*, medida apenas para os indivíduos que não estão mais em crescimento, foi de até 19 g nas fêmeas e até 15 g em machos entre as sucessivas recapturas de cada indivíduo.



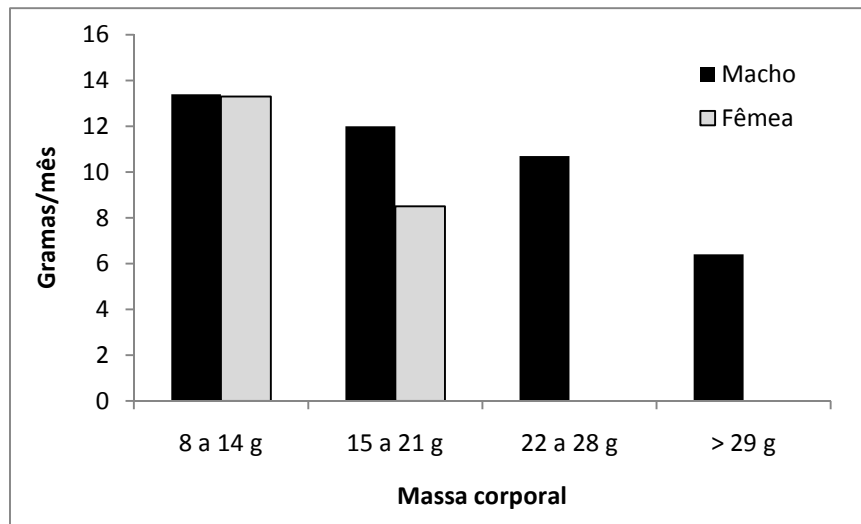


Figura 3.15 - Ganho de massa corporal mensal (gramas/mês) de *Necromys lasiurus* em quatro categorias de massa corporal durante o estudo realizado na Estação Ecológica de Águas Emendadas, Brasília, DF, entre 2004 e 2009.

O melhor modelo selecionado para explicar a variação na massa corporal de *T. lasiotis* incluiu as três variáveis testadas (sexo, estado reprodutivo e estação), sem interações (Anexo 3-3). Machos de *T. lasiotis* apresentaram massa corporal significativamente maior do que as fêmeas (Tabela 3-V; Tabela 3-VI). Indivíduos adultos não reprodutivos são, em média, 1,4 g mais leves do que os reprodutivos (Tabela 3-V; Tabela 3-VI). A massa corporal dos adultos foi, em média, 1,7 g maior na estação chuvosa do que na seca (Tabela 3-VI).

Tabela 3-V - Média da massa corporal em gramas (g) dos indivíduos machos e fêmeas, reprodutivos e não reprodutivos de *Thalpomys lasiotis* e nas estações seca e chuvosa, durante o estudo realizado entre 2004 e 2009 na Estação Ecológica de Águas Emendadas, Brasília, DF.

<i>Thalpomys lasiotis</i>	Macho (g)	Fêmea (g)
Massa corporal	20,4 (n = 200)	19,0 (n = 161)
Reprodutivos	21,7 (n = 87)	20,1 (n = 75)
Não reprodutivos	19,5 (n = 113)	18,0 (n = 86)
Seca	19,7 (n = 136)	18,2 (n = 106)
Chuva	22,0 (n = 64)	20,5 (n = 55)

Tabela 3-VI - Modelo selecionado (massa ~ sexo + reprodução + estação) com as estimativas média de massa corporal, valor de t e valor de p para cada uma das variáveis para a espécie *Thalpomys lasiotis* durante o estudo realizado na Estação Ecológica de Águas Emendadas entre 2004 e 2009.

	Estimativa	Valor de t	Valor de p
<b>Intercepto – fêmea</b>	19,596	44,310	<0,001*
<b>Sexo – macho</b>	1,494	4,420	<0,001*
<b>Reprodução - reprodutivos</b>	1,356	3,654	<0,001*
<b>Estação – seca</b>	- 1,724	- 4,387	<0,001*

\*efeito significativo

*Thalpomys lasiotis* apresentou crescimento corporal rápido nos primeiros meses de vida, quase dobrando a massa corporal no período de um mês (Figura 3.16). O ganho mensal foi decrescendo à medida que o indivíduo se desenvolvia. Para os machos o crescimento corporal não cessou após o indivíduo atingir o período reprodutivo enquanto as fêmeas cessaram o crescimento logo após atingirem a maturidade sexual (Figura 3.16). A variação na massa corporal individual medida apenas para os indivíduos que não estão mais em crescimento foi de até 10 g nas fêmeas e até 11 g nos machos entre as sucessivas recapturas.

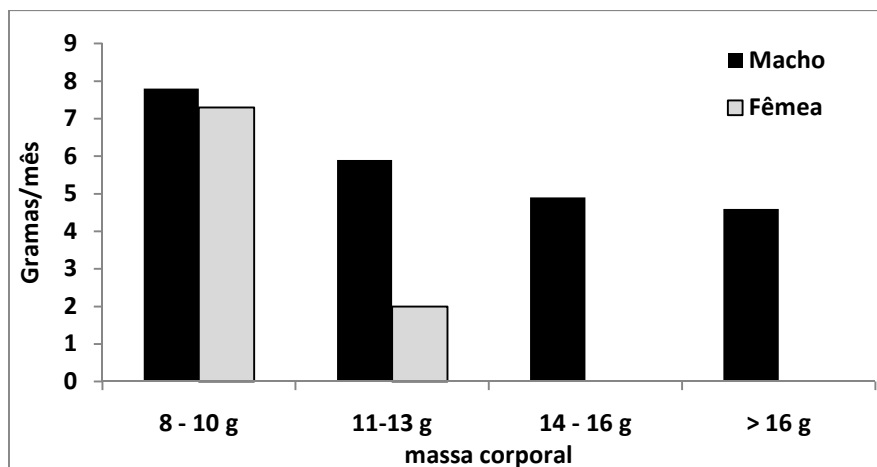


Figura 3.16 – Ganho de massa corporal mensal (gramas/mês) de *Thalpomys lasiotis* na Estação Ecológica de Águas Emendadas, Brasília, DF, entre 2004 e 2009, em quatro categorias de massa corporal, sendo que nas duas primeiras categorias os indivíduos foram considerados jovens e nas duas subseqüentes considerados como adultos.

O número de indivíduos reprodutivos de *C. tener* foi significativamente maior na estação chuvosa do que na seca ( $t = 2,718$ ;  $gl = 68,42$   $p = 0,008$ ; Tabela 3-VII). A proporção de indivíduos reprodutivos foi relacionada positivamente com a precipitação ( $F_{1,55} = 10,320$ ;  $r^2 = 0,158$ ;  $p < 0,002$ ). O número de indivíduos reprodutivos entre os anos foi similar ( $F_{1,70} = 1,165$ ;  $p = 0,284$ ). Julho foi o único mês que não foi encontrado nenhum indivíduo reprodutivo em nenhum dos seis anos de estudo (Figura 3.17). Apenas duas fêmeas de *C. tener* foram registradas se reproduzindo duas vezes na mesma grade. Uma fêmea que mudou de grade foi registrada se reproduzindo uma vez em cada grade. Para todos os outros indivíduos foi registrado apenas um evento reprodutivo.

Tabela 3-VII – Porcentagem de fêmeas reprodutivas de *Calomys tener* durante as estações seca e chuvosa na Estação Ecológica de Águas Emendadas, Brasília, DF, entre os anos de 2004 e 2009.

<b>% indivíduos reprodutivos</b>						
	<b>1º ano</b>	<b>2º ano</b>	<b>3º ano</b>	<b>4º ano</b>	<b>5º ano</b>	<b>6º ano</b>
<b>Chuva (out-mar)</b>	77	64	60	25	75	57
<b>Seca (abr-set)</b>	00	11	41	11	67	50

Houve diferença no número de indivíduos reprodutivos de *N. lasiurus* entre as estações climáticas ( $t = 3,634$ ;  $gl = 62, 261$ ;  $p < 0,001$ ). A proporção de indivíduos reprodutivos também foi relacionada positivamente com a precipitação ( $F_{1,61} = 6,327$ ;  $r^2 = 0,094$ ;  $p < 0,014$ ), assim como encontrado para a espécie *C. tener*. Também foi encontrada diferença significativa no número de indivíduos reprodutivos entre os anos ( $F_{1,70} = 4,755$ ;  $p = 0,032$ ). Apesar do número de indivíduos reprodutivos ter sido significativamente maior na estação chuvosa, os indivíduos reprodutivos foram encontrados em todos os meses do ano ao longo do estudo (Tabela 3-VIII, Figura 3.18).

Tabela 3-VIII - Porcentagem de fêmeas reprodutivas de *Necomys lasiurus* registrada durante as estações seca e chuvosa na Estação Ecológica de Águas Emendadas, Brasília, DF, entre 2004 e 2009.

% indivíduos reprodutivos						
	1º ano	2º ano	3º ano	4º ano	5º ano	6º ano
<b>Chuva (out-mar)</b>	33*	33	53	64	37	64
<b>Seca (abr-set)</b>	12	05	06	30	30	27

\* janeiro a março

O número de indivíduos reprodutivos de *T. lasiotis* foi significativamente maior na estação chuvosa do que na seca ( $t = 3,393$ ;  $gl = 68, 176$ ;  $p = 0,001$ ; Tabela 3-IX). A proporção de indivíduos reprodutivos também foi relacionada positivamente com a precipitação ( $F_{1,54} = 12,49$ ;  $r^2 = 0,188$ ;  $p < 0,001$ ). O número de indivíduos reprodutivos entre os anos de estudo foi significativamente diferente ( $F_{1,70} = 10,125$ ;  $p = 0,002$ ). O período reprodutivo parece ocorrer do final da estação seca (agosto) até o final da chuvosa (Figura 3.19). Em abril e maio não foram registradas fêmeas grávidas em nenhum ano e em junho e julho os registros ocorreram em apenas dois anos.

Tabela 3-IX – Porcentagem de fêmeas reprodutivas de *Thalpomys lasiotis* registrada durante as estações seca e chuvosa, na Estação Ecológica de Águas Emendadas, Brasília, DF, de 2004 a 2009.

% indivíduos reprodutivos						
	1º ano	2º ano	3º ano	4º ano	5º ano	6º ano
<b>Chuva (out-mar)</b>	100	82	61	100	43	81
<b>Seca (abr-set)</b>	45	15	30	69	44	0

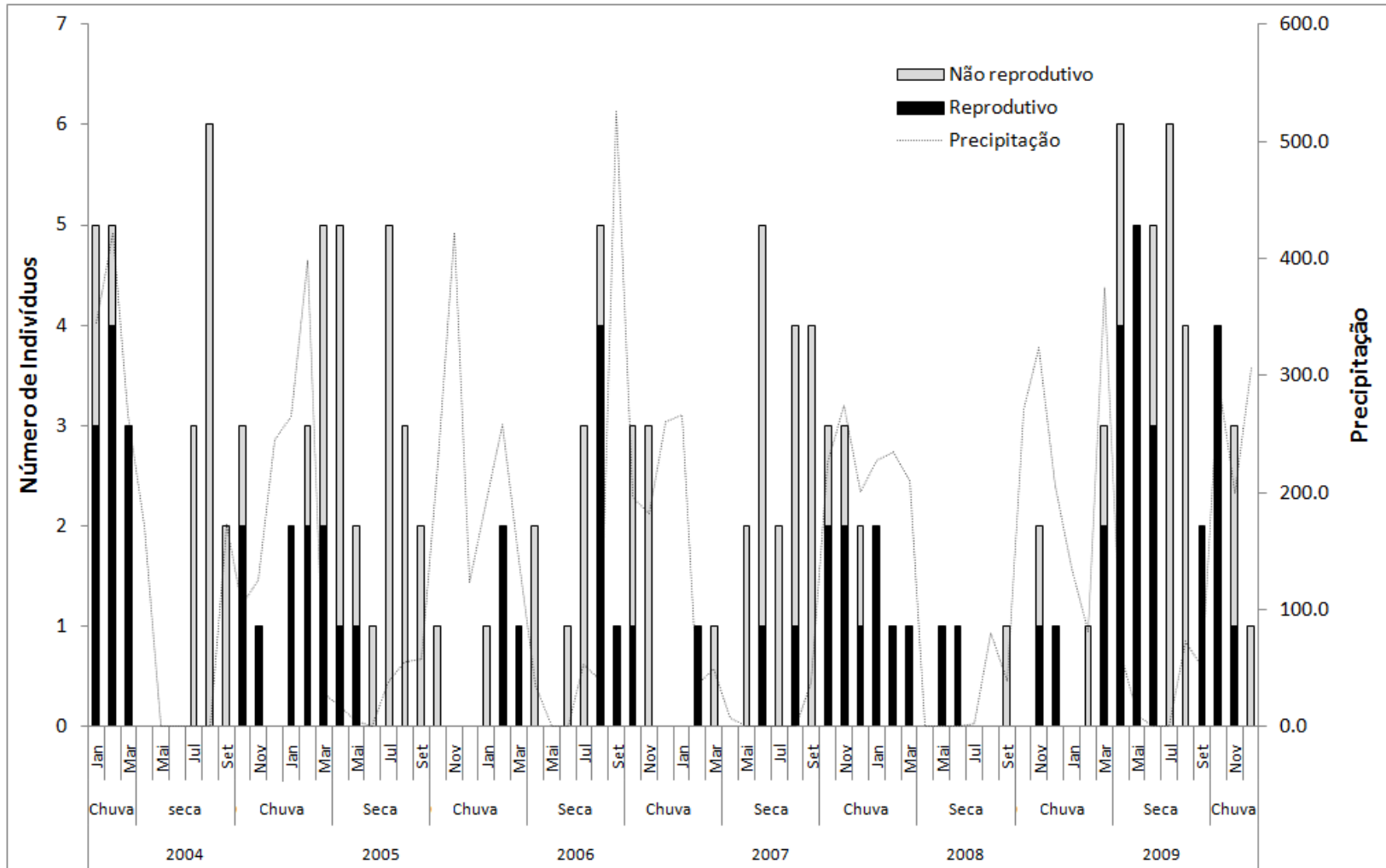


Figura 3.17 – Número de registros de fêmeas reprodutivas e não reprodutivas de *Calomys tener*, durante o estudo realizado entre 2004 e 2009 na Estação Ecológica de Águas Emendadas. Brasília, DF.

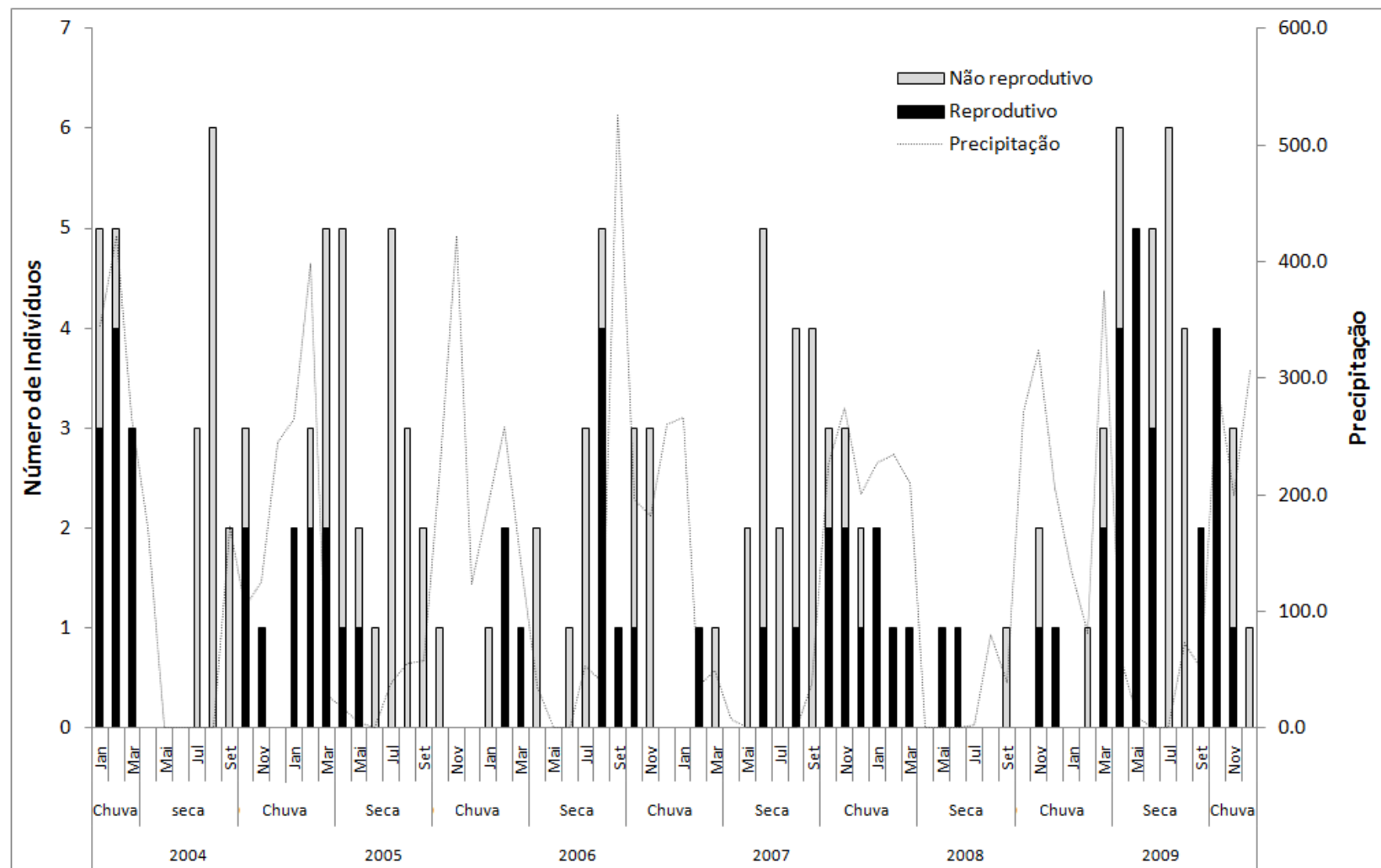


Figura 3.18 - Número de fêmeas reprodutivas e não reprodutivas de *Necromys lasiurus*, registradas entre 2004 e 2009 na Estação ecológica de Águas Emendadas, Brasil, DF.

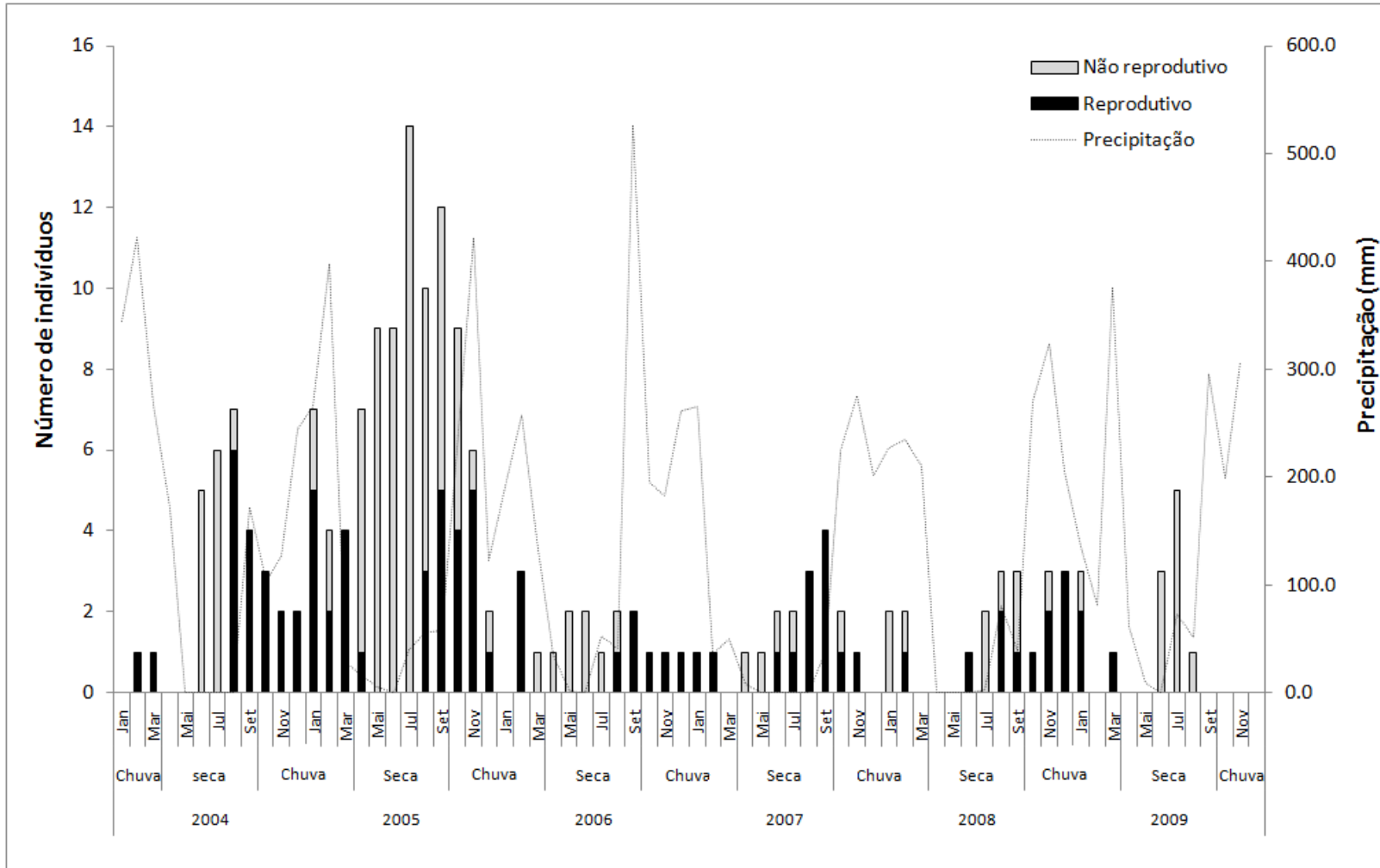


Figura 3.19 - Número de fêmeas reprodutivas e não reprodutivas de *Thalpomys lasiotis*, durante os seis anos de estudo (2004-2009) na Estação ecológica de Águas Emendadas, Brasília, DF.

### 3.4. Discussão

O número de machos e fêmeas não diferiu de 1:1 para as três espécies de roedores estudadas, corroborando outros estudos realizados para *N. lasiurus* (Alho *et al.*, 1986) e outras espécies de roedores no Cerrado (Gastal, 1997), Pantanal (Aragona, 2008) e Mata Atlântica (Antunes *et al.*, 2009; Bonecker *et al.*, 2009).

Um número maior de indivíduos jovens de *C. tener* e *T. lasiotis* foi registrado na população durante a estação seca. Outras espécies de roedores cricetídeos capturados em área de campo no Cerrado, como *Oxymycterus roberti* Thomas, 1901 (Gastal, 1997) e *Akodon lindberghi* (Hershkovitz, 1990) (Queirolo & Granzinoli, 2009) também apresentaram recrutamento maior na estação seca. Para *N. lasiurus* foram encontrados indivíduos jovens durante todo o ano, com exceção dos meses de setembro e outubro, corroborando resultados encontrados em estudos prévios (Mello, 1980; Gastal, 1997; Feliciano *et al.*, 2002; Couto & Talamoni, 2005). Entretanto, indivíduos jovens desta espécie já foram registrados em maior proporção no período seco (Alho & Pereira, 1985) assim como no período chuvoso (Becker *et al.*, 2007). O recrutamento de *N. lasiurus* em áreas de Mata Atlântica ocorreu não só pelos nascimentos, mas também, como resultado de imigração de indivíduos adultos (Feliciano *et al.*, 2002). Para nenhuma das três espécies estudadas o número de jovens variou entre os anos de estudo. Entre os machos de *T. lasiotis* capturados enquanto jovens apenas 31% não permaneceram na área de estudo até atingir a maturidade. Este valor foi relativamente baixo quando comparado com o número de fêmeas (67%) desta espécie, e com machos e fêmeas de *C. tener* (75-77%) e de *N. lasiurus* (82-85%) que não foram capturados novamente na grade após a fase adulta.

Indivíduos capturados quando jovens em campo, chegaram à idade adulta até no máximo dois meses após a primeira captura. Assim, o número de jovens capturados é baixo devido ao rápido desenvolvimento destas espécies. Com um mês após o desmame (período em que estes animais passam a ser capturados) estes animais podem estar aptos a se reproduzir.

Considerando todas as três espécies, *N. lasiurus* foi a espécie com menor permanência na grade, com no máximo seis meses, período semelhante ao encontrado em outro estudo com esta espécie no Cerrado do Distrito Federal (Gastal, 1997). Em enclaves de Cerrado na Amazônia a permanência foi bem maior, sendo 17 meses para os machos e 16 meses para as fêmeas (Magnusson *et al.*, 1995). Estes resultados



indicam que os indivíduos de *N. lasiurus* podem usar essa área apenas em um período, mudando para outra, ou possuir menor sobrevivência.

O tempo de permanência na grade de estudo foi bem diferente para as três espécies, sendo o período máximo de *T. lasiotis* mais do que duas vezes maior que o obtido para *N. lasiurus*. Contando que os indivíduos quando capturados, na maioria das vezes possuem mais de três semanas de vida (período do desmame) poderia se acrescentar, em média, um mês no tempo de vida destas espécies. Assim, a longevidade máxima para *C. tener* seria de 10 meses e para *T. lasiotis* seria de 17 meses, sendo maior período de longevidade já registrado para a espécie *T. lasiotis* em campo. A sobrevivência média de *C. laucha* em cativeiro foi de 13,5 meses. O período máximo foi de 34 meses para os machos e 31 para fêmeas, sendo que 90% dos indivíduos morreram até o 28º mês (Hodara *et al.*, 1989).

A média do período de permanência foi igual para machos e fêmeas de *C. tener* e *N. lasiurus*. Machos de *T. lasiotis* apresentaram maior período de permanência na grade do que as fêmeas. Em um estudo realizado no Pantanal, a permanência de fêmeas na grade de estudo foi maior do que a dos machos para todas as espécies de roedores estudadas (Aragona, 2008).

Os roedores, de forma geral, possuem grande potencial reprodutivo, com grandes ninhadas e rápida gestação (Alderton, 1996). Algumas espécies em cativeiro como, por exemplo, *Calomys expulsus* Rengger, 1830 reproduziram de 8 a 10 vezes no ano e, nesse caso, uma colônia iniciada com apenas três fêmeas grávidas produziu, em um ano e seis meses, 401 indivíduos (Mello, 1984).

O tamanho das ninhadas de *C. tener* foi semelhante aos resultados previamente encontrados para essa mesma espécie, como também para outras espécies do gênero como *C. expulsus* (Justines & Johnson, 1970; Mello, 1984; Araripe *et al.*, 2006) e *C. laucha* Fischer, 1814 (Hodara *et al.*, 1989). O número de filhotes encontrados para *N. lasiurus* também foi semelhante ao encontrado em estudos anteriores (Dietz, 1983; Araripe *et al.*, 2006). Mesmo em condições de cativeiro, menos partos foram registrados no inverno do que no verão para *C. laucha* (Hodara *et al.*, 1989). Quase metade das fêmeas de *C. laucha* teve mais de uma ninhada e 35% delas apresentaram seis ninhadas consecutivas (Hodara *et al.*, 1989). Assim, parece que as condições intrínsecas têm papel importante na variação do tamanho da ninhada. Nos pampas argentinos, o tamanho das ninhadas foi relacionado ao tamanho das fêmeas para as espécies do gênero *Calomys* (Mills *et al.*, 1992). A média do número de embriões destas fêmeas foi

maior do que aqueles obtidos de trabalhos realizados em cativeiro para as mesmas espécies, sugerindo alta mortalidade uterina (Mills *et al.*, 1992). Outro roedor do Cerrado, *Akodon azarae* Fischer, 1829 apresentou variações no tamanho da ninhada e na massa corporal dos filhotes em cativeiro segundo as estações climáticas (Suárez *et al.*, 2004). Para esta espécie foi sugerido que a variabilidade no tamanho da ninhada é afetada pela sazonalidade e não pelo tamanho da fêmea (Suárez *et al.*, 2004).

No presente estudo a mortalidade antes do desmame de filhotes de *C. tener* no cativeiro foi zero (n = 12). Entretanto, pouco se pode dizer devido ao número pequeno de amostras. Para outra espécie do mesmo gênero, *C. laucha*, a mortalidade foi de 17,6% para machos e 12,4% para fêmeas e o número de ninhadas acompanhadas foi bem maior (n = 34) do que o do presente trabalho. Para *N. lasiurus* a mortalidade durante a amamentação chegou a 14%. A espécie *A. azarae* apresentou grande variação (16 – 50%) na taxa de mortalidade dos filhotes entre as estações do ano (Suárez *et al.*, 2004). Estes dados não são relatados em estudos em campo, porque na maioria das vezes, os filhotes são capturados apenas após o período de desmame, não sendo possível estimar estes dados para roedores em campo.

O aumento da massa corporal dos filhotes tanto de machos quanto de fêmeas de *C. tener* e *N. lasiurus* criados em cativeiro foram similares, o que confirma o registrado em estudos anteriores para *C. tener* e outras espécies do gênero *Calomys* como *C. expulsus* e *C. laucha* (Hodara *et al.*, 1989; Araripe *et al.*, 2006). Em pelo menos uma das espécies (*C. laucha*) foi encontrada diferença na massa corporal, mas somente após o 45º dia do nascimento quando os machos começaram a apresentarem crescimento significativamente maior do que fêmeas (Hodara *et al.*, 1989). No presente trabalho as observações não atingiram esse período de 45 dias. Os machos de *C. tener* foram registrados como escrotados a partir de 20º dia de nascimento, sendo um período inferior àquele observado para a maturidade sexual de *C. laucha* (Hodara *et al.*, 1989). Estes resultados encontrados para *C. laucha* foram mais semelhantes ao obtido para *N. lasiurus*. Tanto para *C. tener* como para *C. expulsus* o primeiro sucesso registrado após o acasalamento foi de 46 dias para os machos e 62 dias para as fêmeas (Araripe *et al.*, 2006).

A relação entre massa corporal e idade foi diferente entre machos e fêmeas não reprodutivos de *N. lasiurus* quando medida em campo, com indivíduos em fase mais avançada de desenvolvimento, corroborando outro estudo realizado para a mesma espécie (Francisco *et al.*, 1995). Para *C. tener*, espécie com baixa massa corporal, as

fêmeas não reprodutivas foram ligeiramente mais leves do que os machos não reprodutivos. Entretanto, as fêmeas grávidas atingem massa corporal consideravelmente superior a dos machos. Tanto as fêmeas como os machos apresentaram ganho na massa corporal durante o período reprodutivo para as três espécies. Esse aumento foi de 6 a 14% durante a estação chuvosa. O maior aumento foi *C. tener* seguida de *T. lasiotis* que são as espécies de menor porte. No presente estudo os indivíduos jovens e sub-adultos foram removidos da análise de massa corporal. Entretanto, como a reprodução se dá principalmente no período chuvoso, é de se esperar que a população na estação seca seja mais jovem do que a população na estação chuvosa, apresentando assim menor massa corporal na estação seca. Essa variação na massa corporal devido a coorte já foi registrada em estudos anteriores (Mills *et al.*, 1992; Gockel & Ruf, 2001). Entretanto, para *C. laucha* ainda foi registrado crescimento, em menor proporção, após a maturidade sexual (Hodara *et al.*, 1989). Os resultados sugerem que a variação na massa corporal depende de vários fatores como sexo, idade dos indivíduos, estação do ano (disponibilidade de recurso alimentar) e estágio reprodutivo (escrotados, gestantes, lactantes).

O tamanho do corpo é resultado da seleção natural e sexual, e pode influenciar a demografia e história de vida dos vertebrados (Wolff & Sherman, 2007). Foi encontrado que o dimorfismo sexual de roedores Microtinae (=Arvicolinae) (Cricetidae) é resultado da seleção sexual (Heske & Ostfeld, 1990). Para estes roedores foi sugerido que nos sistemas de acasalamento poligínicos há um dimorfismo sexual pronunciado enquanto na maioria das espécies promíscuas ou monogâmicas o dimorfismo sexual é reduzido (Heske & Ostfeld, 1990). Entretanto, outros autores defendem que este padrão não é uma regra (Wolff & Sherman, 2007). Em alguns *taxa* o dimorfismo pode ser ocasionado por outros fatores como divergência entre o tamanho do sexo o que reduz a competição (Heske & Ostfeld, 1990). As pressões de seleção incluem a diferenciação de nicho entre os sexos, seleção intrasexual (competição macho-macho) e seleção intersexual (escolha do companheiro pelas fêmeas (Wolff & Sherman, 2007). A maioria das espécies de roedores apresenta dimorfismo sexual, com machos maiores do que as fêmeas. Os machos apresentam intensa competição pelas fêmeas, e a massa corporal pode variar de acordo com a estrutura do esqueleto e com a variação na reserva de músculo e gordura (Wolff & Sherman, 2007). O gasto energético durante a reprodução das fêmeas pode ter profunda influencia no tamanho corporal e evolução do dimorfismo sexual. A variação no clima e na disponibilidade de recurso alimentar também pode afetar a seleção no

tamanho das fêmeas. Os resultados a respeito do deslocamento e sobreposição destas espécies sugerem que estas são promíscuas, com fêmeas territorialistas, não corroborando os dados deste estudo anteriormente citado que sugeriram que o dimorfismo pode ser utilizado como inferência para o sistema de acasalamento. Mas apesar de pertencerem à mesma família, estes animais da América do Norte são submetidos a regimes climáticos diferentes dos que ocorrem com as espécies do cerrado.

Os roedores podem apresentar dois padrões reprodutivos: reproduzir-se o ano todo, ou apenas sazonalmente e o que determina o período da reprodução é o momento energético e as condições nutricionais do animal (Bronson & Perrigo, 1987). A maioria dos mamíferos de zonas temperadas reproduz sazonalmente, e tem sido sugerido que os ciclos reprodutivos são regulados pelo fotoperíodo e pela temperatura (Bronson & Perrigo, 1987; Shine & Brown, 2008; Bronson, 2009). Os mamíferos de ambientes tropicais australianos têm reprodução relacionada com regimes de chuva, que são muito mais imprevisíveis do que a temperatura (Shine & Brown, 2008). As savanas são altamente sazonais, pois possuem variações na quantidade de chuva e, conseqüentemente, na disponibilidade de alimento (Bronson, 2009). No cerrado as estações secas e chuvosas são altamente previsíveis e afetam a disponibilidade e a qualidade dos recursos alimentares, o que certamente interfere na reprodução dos animais.

A sazonalidade reprodutiva é uma das maneiras mais importantes pelas quais os animais se adaptam às mudanças temporais no ambiente, como por exemplo, seguindo flutuações na disponibilidade de recurso (Barros *et al.*, 2007). Os custos energéticos da reprodução são enormes, e quando os custos de forrageamento variam sazonalmente os nascimentos na população devem acontecer no período em que a obtenção do alimento é mais favorável (Bronson, 2009). Alguns estudos em biomas brasileiros mostram que nas regiões semi-áridas, que apresentam alternância de estações seca e chuvosa, o aumento na abundância ou atividade de insetos (*e.g.* reprodução e forrageamento) está relacionado com as variáveis climáticas (Pinheiro *et al.*, 2002; Oliveira & Frizzas, 2008; Silva *et al.*, 2011). No Cerrado as ordens mais comuns de insetos mostram um pico de abundância na estação chuvosa até o começo da estação seca (Pinheiro *et al.*, 2002; Oliveira & Frizzas, 2008; Silva *et al.*, 2011), assim como é relatada uma alta abundância de frutos (Proença *et al.*, 2000).

Assim as chuvas afetam indiretamente a dinâmica populacional dos roedores neotropicais, influenciando na reprodução destes roedores, que é fortemente associada a disponibilidade de recurso alimentar (Bergallo & Magnusson, 1999; Bonecker *et al.*, 2009). O padrão sazonal na reprodução de roedores no Cerrado tem sido relacionado diretamente à disponibilidade de recurso alimentar e indiretamente, às chuvas (Bergallo & Magnusson, 1999; Cerqueira, 2005; Bonecker *et al.*, 2009).

A chuva também pode ser responsável pelo início da estação reprodutiva dos roedores no leste do Brasil (Cerqueira, 2005). Este autor sugere que as chuvas esparsas não iniciam a estação reprodutiva, sendo necessário pelo menos um mês de chuvas para que se registrem fêmeas grávidas.

Nos pampas argentinos as seis espécies estudadas, incluindo espécies do gênero *Calomys* e *Necromys*, apresentaram padrão sazonal na reprodução (Mills *et al.*, 1992). A variação anual na duração da estação reprodutiva foi explicada em parte pelas diferenças nos padrões climáticos entre os anos (Mills *et al.*, 1992). Em um estudo realizado no norte da Venezuela, a maioria das espécies de roedores exibiu picos sazonais de atividade reprodutiva, com início no final da estação seca e diminuindo no final da chuvosa (O'Connell, 1989). Na Mata Atlântica, a reprodução dos roedores foi mais relacionada a disponibilidade de frutos que de insetos (Bergallo & Magnusson, 1999). A estação chuvosa foi considerada o período mais adequado para reprodução dos pequenos mamíferos na Mata Atlântica quando os recursos alimentares são mais abundantes (D'Andrea *et al.*, 2007).

Roedores apresentam padrões reprodutivos variados, com estações reprodutivas marcadas em ambientes com estações climáticas distintas, especialmente em regiões com seca prolongada como a Caatinga, enquanto as regiões mais úmidas não apresentariam padrão tão marcado de reprodução (Aragona, 2008). As três espécies estudadas apresentaram sazonalidade na reprodução, sendo o número de animais reprodutivos significativamente maior na estação chuvosa que na estação seca, como registrado para a espécie *N. lasiurus* em enclaves de Cerrado na região Amazônica (Francisco *et al.*, 1995) e para outras espécies de roedores no Cerrado (Gastal, 1997; Queirolo & Granzinoli, 2009) e em outros biomas brasileiros (Bergallo & Magnusson, 1999; Gentile *et al.*, 2000). A proporção de indivíduos reprodutivos foi relacionada positivamente com a precipitação, para as três espécies estudadas. Este padrão sazonal na reprodução, com fêmeas se reproduzindo na estação chuvosa, também foi registrado para outros grupos de pequenos mamíferos, especialmente de marsupiais (Quental *et al.*,

2001; Martins *et al.*, 2006; Barros *et al.*, 2007; D'Andrea *et al.*, 2007; Bonecker *et al.*, 2009) e relacionada com a disponibilidade de frutos (Bergallo & Magnusson, 1999). Estudos anteriores não encontraram diferença significativa entre machos e fêmeas reprodutivos e não reprodutivos de *N. lasiurus* entre as estações seca e chuvosa, variando o período de sazonal de maior taxa de capturas destes indivíduos reprodutivos (Alho & Pereira, 1985; Gastal, 1997; Couto & Talamoni, 2005; Becker *et al.*, 2007); assim como para outras espécies de roedores do Cerrado (Gastal, 1997). No presente estudo a reprodução de *N. lasiurus* foi significativamente maior na estação chuvosa, porém foram capturados indivíduos reprodutivos em menores proporções durante quase todos os meses se considerado os seis anos de estudo. Outras espécies de roedores que se reproduzem ao longo do ano também apresentaram maior reprodução no período chuvoso (Aragona, 2008; Bonecker *et al.*, 2009). *Akodon cursor* Winge, 1887 é uma espécie de reprodução oportunística que depende de fatores ambientais, como disponibilidade de habitat, mas não de recurso alimentar (Gentile *et al.*, 2000; Bonecker *et al.*, 2009). O padrão reprodutivo dessa espécie pode ser explicado porque a inundação potencialmente diminui o número de tocas disponíveis (D'Andrea *et al.*, 2007). No Pantanal os marsupiais reproduziram em uma única estação enquanto os roedores se reproduziram ao longo de todo ano (Aragona, 2008). No Cerrado, com um período seco muito marcado, as espécies estudadas tendem a concentrar maior esforço reprodutivo durante a estação chuvosa quando há maior disponibilidade de recursos como frutos e insetos (Proença *et al.*, 2000; Pinheiro *et al.*, 2002; Oliveira & Frizzas, 2008; Silva *et al.*, 2011). Entretanto, manter alguma atividade reprodutiva ao longo do ano pode permitir aproveitar oportunidades como a alta produtividade de sementes de gramíneas (observações pessoais) no período seco.

## Conclusões

Não foi encontrada diferença no número de machos e fêmeas na população das espécies de roedores durante o estudo. Para as espécies *Calomys tener* e *Thalpomys lasiotis* a estação seca foi o período de maior recrutamento de jovens. Para a espécie *Necromys lasiurus* os jovens foram encontrados durante todo ano. A menor massa corporal encontrada para os roedores na estação seca foi atribuída a fatores biológicos como idade dos indivíduos e fatores ambientais, como a menor oferta de recursos durante esta estação. Indivíduos reprodutivos machos e fêmeas também apresentaram aumento na massa corporal. As espécies apresentaram diferentes períodos de permanência na área de estudo.

Em geral, os roedores destas áreas de campo, apresentaram reprodução sazonal, com maiores picos na estação chuvosa, mas apresentaram em menor proporção, indivíduos reprodutivos ao longo de todo o ano, com exceção de *T. lasiotis*. Os jovens, indivíduos com aproximadamente um a dois meses de vida, são capturados principalmente na estação seca, e atingem massa corporal de adultos em, no máximo, dois meses. Quando chega a estação chuvosa, os indivíduos já estão aptos a se reproduzir em um período de maior oferta de recursos alimentares.

### 3.5. Referência Bibliográfica

- ALDERTON, D. 1996. Rodents of the world. Cassell. Londres, 81p.
- ALHO, C. J. R. & PEREIRA, L. A. 1985. Population ecology of a cerrado rodent community in central Brazil. *Revista Brasileira de Biologia*, 45(4): 597-607.
- ALHO, C. J. R.; PEREIRA, L. A. & PAULA, A. C. 1986. Patterns of habitat utilization by small mammal populations in cerrado biome of central Brazil. *Mammalia*, 50(4): 447-460.
- ANTUNES, P. C.; CAMPOS, M. A. A.; OLIVEIRA-SANTOS, L. G. & 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.
- ARAGONA, M. 2008. História natural, biologia reprodutiva, parâmetros populacionais e comunidades de pequenos mamíferos não voadores em três habitats florestados do Pantanal de Poconé, MT. Tese de Doutorado. Universidade de Brasília. 134p.
- ARARIPE, L. O.; APRIPLIANO, P.; OLIFIERS, N.; BORODIN, P. & CERQUEIRA, R. 2006. Comparative analysis of life-history in two species of *Calomys* (Rodentia: Sigmodontinae) in captivity. *Mammalia*, 70: 2-8.
- BARROS, C. S.; CROUZEILLES, R. & FERNANDEZ, F. A. S. 2007. Reproduction of the opossums *Micoureus paraguayanus* and *Philander frenata* in a fragmented Atlantic forest landscape in Brazil: is seasonal reproduction a general rule for Neotropical marsupials? *Mammalian Biology*, 73: 463-467.
- BECKER, R. G.; PAISE, G.; BAUMGARTEN, L. C. & VIEIRA, E. M. 2007. Estrutura de comunidade de pequenos mamíferos e densidade de *Necromys lasiurus* (Rodentia, Sigmodontinae) em áreas abertas de cerrado no Brasil Central. *Mastozoologia Neotropical*, 14: 157-168.
- BERGALLO, H. G. & MAGNUSSON, W.E. 1999. Effects of climate and food availability on four rodent species in southeastern Brazil. *Journal of Mammalogy*, 80: 472-486.
- BONECKER, S. T.; PORTUGAL, L. G.; COSTA-NETO, S. F. & GENTILE, R. 2009. A long term study of small mammal populations in a Brazilian agricultural landscape. *Mammalian Biology*, 74: 467-477.
- BRONSON, F. H. & PERRIGO, G. 1987. Seasonal regulation of reproduction in muroid rodents. *American Zoologist*, 27(3): 929-940.
- BRONSON, F. H. 2009. Climate change and seasonal reproduction in mammals. *Philosophical Transactions of the Royal Society*, 364: 3331-3340.
- CERQUEIRA, R. 2005. Fatores ambientais e a reprodução de marsupiais e roedores no leste do Brasil. *Arquivos do Museu Nacional*, Rio de Janeiro, 63(1): 29-39.



- COUTO, D. & TALAMONI, S. A. 2005. Reproductive condition of *Akodon montensis* Thomas and *Bolomys lasiurus* (Lund) (Rodentia, Muridae) based on histological and histometric analyses of testes and external characteristics of gonads. *Acta Zoológica*, 86: 111-118.
- D'ANDREA, P. S.; GENTILE, R.; 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.
- DIETZ, J. M. 1983. Notes on the natural history of some small mammals in Central Brazil. *Journal of Mammalogy*, 64(3): 521-523.
- 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.
- FRANCISCO, A. L.; MAGNUSSON, W. E. & SANAIOTTI, T. M. 1995. Variation in growth and reproduction of *Bolomys lasiurus* (Rodentia: Muridae) in an Amazonian Savanna. *Journal of Tropical Ecology*, 11(3): 419-428.
- GASTAL, M. L. A. 1997. Ecologia de comunidades de pequenos mamíferos em matas de galeria de Brasília, DF. Tese do doutorado. Departamento de Ecologia. Universidade de Brasília. 124p.
- GENTILE, R.; D'ANDREA P. S.; CERQUEIRA R. & SANTORO, M. L. 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.
- GOCKEL, J. & RUF, T. 2001. Alternative seasonal reproductive strategies in wild rodent populations. *Journal of Mammalogy*, 82(4): 1034-1046.
- GRAIPEL, M. E. & FILHO, M. S. 2006. Reprodução e dinâmica populacional de *Didelphis aurita* Wied-Neuwied (Mammalia: Didelphimorphia) em ambiente periurbano na Ilha de Santa Catarina, Sul do Brasil. *Biotemas*, 19(1): 65-73.
- HESKE, E. J. & OSTFELD, R. S. 1990. Sexual dimorphism in size, relative size of testes, and mating systems in north American voles. *Journal of Mammalogy*, 71(4): 510-519.
- HODARA, V. L.; ESPINOSA, M. B.; MERANI, M. S. & QUINTANS, C. 1989. *Calomys laucha* (Rodentia, Cricetidae): growth and breeding in laboratory conditions. *Laboratory Animals*, 23: 340-344.
- JUSTINES, G. & JOHNSON, K. M. 1970. Observations on laboratory breeding of the cricetine rodent *Calomys callosus*. *Laboratory Animal Care*, 20: 57-60.
- LORETTO, D. & VIEIRA, M. V. 2005. The effects of reproductive and climatic seasons on movements in the black-eared opossum (*Didelphis aurita* wied-neuwied, 1826). *Journal of Mammalogy*, 86(2): 287-293.

- MAGNUSSON, W. E.; FRANCISCO, A. L. & SANAIOTTI, T. M. 1995. Home-range size and territoriality in *Bolomys lasiurus* (Rodentia: Muridae) in an Amazonian savanna. *Journal of Tropical Ecology*, 11 (2): 179-188.
- MARES, M.A. & ERNEST, K. A. 1995. Population and community ecology of small mammals in a gallery forest of central Brazil. *Journal of Mammalogy*, 76(3): 750-768.
- MARTINS, E. G.; BONATO, V.; DA-SILVA, C. Q. & REIS, S. F. 2006. 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
- MCCRAVY, K. W. & ROSE, R. K. 1992. An analysis of external features as predictors of reproductive status in small mammals. *Journal of Mammalogy*, 73: 151-159.
- MELLO, D. A. 1978. Biology of *Calomys callosus* (Rengger, 1930) under laboratory conditions (Rodentia, Cricetidae). *Revista Brasileira de Biologia*, 38: 807-811.
- MELLO, D. A. 1980. Estudo populacional de algumas espécies de roedores do Cerrado (norte do município de Formosa, Goiás). *Revista Brasileira de Biologia*, 40(4): 843-860.
- MELLO, D. A. 1984. *Calomys callosus*, Renger, 1830 (Rodentia-Cricetidae): sua caracterização, distribuição, biologia, criação e manejo de uma cepa em laboratório. *Memórias do Instituto Oswaldo Cruz*, 76: 61-69.
- MILLS, J. N.; ELLIS, B. A. & MCKEE, K. T. 1992. Reproductive characteristics of rodent assemblages in cultivated regions of central Argentina. *Journal of Mammalogy*, 73(3): 515-526.
- O'CONNELL, M. A. 1989. Population dynamics of Neotropical small mammals in seasonal habitats. *Journal of Mammalogy*, 70(3): 532-548.
- OLIVEIRA, C. M. & FRIZZAS, M. R. 2008. Insetos do Cerrado: distribuição estacional e abundância. *Boletim de Pesquisa e Desenvolvimento*. Planaltina, DF, Embrapa – CPAC, 22p.
- PEDREIRA, A. J. 1998. Dinâmica populacional e área de vida de *Oxymycterus roberti* (Rodentia, Muridae) em campo úmido no Planalto Central, Brasília – DF. Dissertação de Mestrado. Universidade de Brasília. Departamento de Ecologia. 48p.
- PINHEIRO, F.; DINIZ, I. R.; COELHO, D. & BANDEIRA, M. P. S. 2002. Seasonal pattern of insect abundance in Brazilian cerrado. *Austral Ecology*, 27: 132-136.
- PINHEIRO, J.; BATES, D. & DEBROY, S. 2011. Deepayan Sarkar and R Development Core Team. nlme: Linear and Nonlinear Mixed Effects Models. R package version 3.1-98.
- PROENÇA, C.; OLIVEIRA, R. S. & SILVA, A. P. 2000. Flores e frutos do Cerrado. Editora: Universidade de Brasília, São Paulo. 225p.

- QUEIROLO, D. & GRANZINOLLI, M. A. M. 2009. Ecology and natural history of *Akodon lindberghi* (Rodentia, Sigmodontinae) in southeastern Brazil. *Iheringia, Série Zoológica*, 99(2): 189-193.
- QUENTAL, T. B.; FERNANDEZ, F. A. S.; DIAS, A. T. C. & ROCHA, F. S. 2001. Population dynamics of the marsupial *Micoureus demerarae* in small fragments of Atlantic coastal forest in Brazil. *Journal of Tropical Ecology*, 17:339-352.
- R DEVELOPMENT CORE TEAM. 2009. R: A Language and Environment for Statistical Computing. <http://www.R-project.org>.
- RIBEIRO, R. 2005. Estrutura da comunidade de pequenos mamíferos e parâmetros populacionais de três espécies de roedores da Estação Ecológica de Águas Emendadas – Planaltina – DF. Dissertação de Mestrado. Universidade de Brasília. Departamento de Ecologia. 101p.
- RIBEIRO, R.; ROCHA, C. R. & MARINHO-FILHO, J. 2011. Natural history and demography of *Thalpomys lasioits* (Thomas, 1916), a rare and endemic species from the Brazilian savanna. *Acta Theriologica* DOI 10.1007/s13364-011-0026-0.
- RICKLEFS, R. E. 2003. *A Economia da Natureza*. 5ª edição. Rio de Janeiro, Editora Guanabara, 503p.
- SALVADOR, C. H. & FERNANDEZ, F. A. S. 2008. Reproduction and growth of a rare, island-endemic cavy (*Cavia intermedia*) from Southern Brazil. *Journal of Mammalogy*, 84(4): 909-915.
- SHINE, R. & BROWN, G. P. 2008. Adapting to the unpredictable: reproductive biology of vertebrates in the Australian wet-dry tropics. *Philosophical Transactions of the Royal Society*, 363: 363-373.
- SILVA, N. A. P.; FRIZZAS, M. R. & OLIVEIRA, C. M. 2011. Seasonality in insect abundance in the “Cerrado” of Goiás state, Brazil. *Revista Brasileira de Entomologia*, 55 (1): 79-87.
- SUÁREZ, O. V.; BUSCH, M. & KRAVETZ, F. O. 2004. Reproductive strategies in *Akodon azarae* (Rodentia, Muridae). *Canadian Journal of Zoology*, 82: 1572-1577.
- WOLFF, J. & SHERMAN, P. W. 2007. *Rodents Societies. An ecological & Evolutionary perspective*. The University of Chicago Press. 610p.
- ZUUR, A.; IENO, E.; WALKER, N.; SAVELIEV, A. & SMITH, G. 2009. *Mixed effects models and extensions in ecology with R*. Springer, New York. 574p.

Anexo 3-1 – Descrição dos modelos da massa corporal de *Calomys tener*, modelos testados, razão de verossimilhança (RV) e valor de p para as variáveis de sexo, reprodução, estações do ano, para o estudo realizado entre 2004 e 2009 na Estação Ecológica de Águas Emendadas, Brasília, Distrito Federal.

Modelo	Teste	RV	Valor de p
M1 = massa ~ sexo * reprodução * estação			
M2 = massa ~ sexo + reprodução + estação + sexo:reprodução + sexo:estação + reprodução:estação	M1, M2	2,687	0,725
M3 = massa ~ sexo + reprodução + estação + sexo:reprodução + reprodução:estação	M2, M3	1,091	0,871
M4 = massa ~ sexo + reprodução + estação + sexo:reprodução	M2, M4	0,737	0,686
M5 = massa ~ sexo + reprodução + estação	M2, M5	6,125	0,023
M6 = massa ~ sexo + reprodução + sexo:reprodução	M4, M6	46,427	< 0,001

Anexo 3-2 - Descrição dos modelos para massa corporal da espécie *Necromys lasiurus*, modelos testados, razão de verossimilhança (RV) e valor de p as variáveis de sexo, reprodução, estações do ano, para o estudo realizado entre 2004 e 2009 na Estação Ecológica de Águas Emendadas, Brasília, Distrito Federal.

Modelo	Teste	RV	Valor de p
M1 = massa ~ sexo * reprodução * estação			
M2 = massa ~ sexo + reprodução + estação + sexo:reprodução + sexo:estação + reprodução:estação	M1, M2	0,439	0,507
M3 = massa ~ sexo + reprodução + estação + sexo:reprodução + sexo:estação	M2, M3	0,865	0,352
M4 = massa ~ sexo + reprodução + estação + sexo:estação	M3, M4	0,000	0,980
M5 = massa ~ sexo + reprodução + estação	M4, M5	1,190	0,275
M7 = massa ~ sexo + estação	M6, M7	5,800	0,016
M8 = massa ~ sexo + reprodução	M6, M8	14,464	< 0,001
M9 = massa ~ reprodução + estação	M6, M9	116,99	< 0,001

Anexo 3-3 - Descrição dos modelos da massa corporal de *Thalpomys lasiotis*, modelos testados, razão de verossimilhança (RV) e valor de p as variáveis sexo, reprodução, estações do ano, para o estudo realizado entre 2004 e 2009 na Estação Ecológica de Águas Emendadas, Brasília, Distrito Federal.

Modelo	ANOVA	RV	Valor de p
M1 = massa ~ sexo * reprodução * estação			
M2 = massa ~ sexo + reprodução + estação + sexo:reprodução + sexo:estação + reprodução:estação	M1, M2	2,818	0,955
M3 = massa ~ sexo + reprodução + estação + sexo:reprodução + reprodução:estação	M2, M3	1,427	0,830
M4 = massa ~ sexo + reprodução + estação + reprodução:estação	M3, M4	1,120	0,824
M5 = massa ~ sexo + reprodução + estação	M4, M5	2,434	0,305
M6 = massa ~ sexo + estação	M5, M6	13,009	< 0,001
M7 = massa ~ reprodução + estação	M5, M7	18,769	< 0,001
M8 = massa ~ sexo + reprodução	M5, M8	18,793	< 0,001

## **4. Dinâmica populacional de três espécies de roedores em um Cerrado do Brasil Central.**

### **4.1. Introdução**

População é definida como um grupo de indivíduos de uma espécie que vive em uma dada área, com tamanho suficiente para permitir comportamentos normais de dispersão e migração, e cujas variações são predominantemente determinadas pelos processos de nascimentos e mortes (Turchin, 2003). O número de indivíduos numa população pode variar não somente com a oferta de alimento e com a taxa de predação, mas também com a disponibilidade de locais propícios para ninhos e outros fatores ecológicos encontrados nos habitats, que são variáveis no espaço e no tempo (Ricklefs, 2003). A dinâmica populacional também pode ser afetada pelo padrão de movimento dos indivíduos (Townsend *et al.*, 2006).

As variações temporais na abundância das populações de roedores de habitats temperados, com estações climáticas distintas, têm apresentado padrões que podem ser previsíveis ao longo dos anos pelas características climáticas sazonais de temperatura (Mills *et al.*, 1992; Fernandez *et al.*, 1996). Em ambientes tropicais, com estações bem marcadas como é o caso na região do Cerrado, a característica sazonal mais determinante pode ser a diferença de precipitação entre as estações. De fato, as populações de pequenos mamíferos em áreas tropicais apresentam variações temporais de acordo com o nível de precipitação que afeta, diretamente ou indiretamente, a disponibilidade de recursos alimentares (Múrua & Gonzalez, 1986; Bergallo & Magnusson, 1999).

No Brasil, os estudos populacionais de pequenos mamíferos têm sido conduzidos tanto no bioma Cerrado (e. g. Alho *et al.*, 1986; Bonvicino *et al.*, 1996; Becker *et al.*, 2007) quanto em outros biomas como Mata Atlântica (e.g. Feliciano *et al.*, 2002; Antunes *et al.*, 2009), mas para um número reduzido de espécies.

As informações disponíveis na literatura para as três espécies de roedores, objeto de estudo do presente trabalho, são variáveis. A mais estudada delas, *Necromys lasiurus*, é conhecida como a espécie de roedor de maior densidade do Cerrado (Alho & Pereira, 1985; Lacher *et al.*, 1989; Becker *et al.*, 2007) e possui informações sobre o tamanho populacional com grandes variações na densidade entre localidades e

fitofisionomias (Alho, 1981; Henriques *et al.*, 1997; Becker *et al.*, 2007). *Calomys tener*, embora seja uma espécie de roedor comumente encontrada no Cerrado principalmente em áreas de campo (Alho *et al.*, 1986; Briani *et al.*, 2004), possui escassas informações na literatura de parâmetros populacionais. Por último, *Thalpomys lasiotis*, que apesar de ser considerada uma espécie rara e restrita geograficamente, é considerada abundante nas localidades onde ocorre (Andrade *et al.*, 2004), mas informações sobre parâmetros populacionais esta espécie são praticamente inexistentes.

No Cerrado, muitas espécies de pequenos mamíferos são sazonais e mais abundantes no período seco (Vieira, 2003). Geralmente, os estudos são realizados em curto prazo, durante um ano, e classificam as espécies apenas como sazonais ou não sazonais. Entretanto, para a determinação de sazonalidade que é um fenômeno repetitivo, tais estudos não são suficientes para detectar flutuações nas populações nem tampouco outras que ocorrem ao longo do tempo. Sendo assim, esse estudo pretendeu acompanhar as populações dessas três espécies no campo para detectar possíveis padrões de variações populacionais em longo prazo e de detectar parâmetros que possam explicar tais variações.

Os objetivos deste capítulo foram: (1) estimar as densidades populacionais de *Calomys tener*, *Necromys lasiurus* e *Thalpomys lasiotis*; (2) analisar se a densidade varia entre os anos e entre as estações; (3) testar os diferentes modelos para descrever a variação nos parâmetros demográficos de sobrevivência ( $\phi$ ) e probabilidade de recaptura ( $p$ ) das espécies estudadas.

As seguintes hipóteses foram levantadas: (1) as densidades populacionais das três espécies variam entre as estações seca e chuvosa; (2) as densidades populacionais de cada uma das três espécies são similares entre os anos. Assim, espera-se que no Cerrado as espécies que tenham um padrão sazonal, apresentem picos regulares de abundância na estação seca e que esse fenômeno seja previsível e repetitivo ao longo dos anos. Por outro lado, espera-se variação desse padrão entre as espécies devido às histórias de vida de cada uma.

## **4.2. Metodologia**

### *4.2.1. Área de Estudo*

Ver Materiais e Métodos item I

#### 4.2.2. Captura dos animais

Ver Materiais e Métodos item II

#### 4.2.3. Análise dos dados

As estimativas de tamanho populacional foram feitas a partir dos dados de captura-marcação-recaptura. O tamanho populacional foi calculado de duas maneiras distintas para a espécie *Necromys lasiurus*, para efeitos comparativos: pelo índice MNKA (Minimum Number Known Alive) (Krebs, 1966) e através de um estimador (Delineamento Robusto) com auxílio do programa MARK 6.1 (White & Burnham, 1999; Cooch & White, 2011). O modelo de Delineamento Robusto (RD) (Robust Design) considera a campanha (seis noites de captura) como uma população fechada (ocasiões secundárias) e os meses (diferentes campanhas) uma população aberta (ocasiões primárias) (Kendall, 2001). Para as espécies *C. tener* e *T. lasiotis* foi utilizada apenas o RD para estimar o tamanho populacional, uma vez que este é mais recomendado e não se tem dados com MNKA para estas duas espécies. A densidade populacional foi estimada dividindo o tamanho populacional pela área efetiva em hectares.

A área efetiva foi calculada por adição de uma faixa da metade do MD (Mean Maximum Distance Moved) à área da grade (Otis *et al.*, 1978; Wilson & Anderson, 1985). O MD foi calculado a partir das distâncias máximas movidas pelos indivíduos capturados mais de uma vez dentro da mesma sessão de captura (ver metodologia área de vida). A área efetiva da grade foi calculada para cada espécie e grade separadamente. Para verificar se existe diferença entre as densidades calculadas pelo MNKA e pelo RD foi realizado o teste t pareado. Para verificar se a densidade variou em função do ano e entre as estações seca (abril-setembro) e chuvosa (outubro-março) foi utilizado uma ANOVA. As análises foram realizadas utilizando o programa R 2.13.0 (R Development Core Team, 2011). As diferenças foram consideradas significativas para valores de  $p \leq 0,05$ .

Para estimar os parâmetros populacionais de sobrevivência aparente ( $\phi$ ) e da probabilidade de recaptura ( $p$ ) foi utilizado o modelo de populações abertas Cormack-Jolly-Seber (CJS) (recaptures only) com auxílio do Programa Mark. Para todas as



análises realizadas no Mark foram construídas planilhas binomiais (1 – presença; 0 – ausência) com 72 ocasiões que descrevem a história dos indivíduos capturados durante o período de estudo.

Antes de iniciar a seleção de modelos foi necessário realizar o teste de aderência (Goodness-of-Fit – GOF) para verificar se os dados estavam ajustados ao modelo. Nos estudos de marcação-recaptura assume-se (mais conhecido como premissas do modelo Comarck-Jolly-Seber - CJS) quatro premissas (Cooch & White, 2011):

1. Todo animal marcado presente na população no tempo ( $i$ ) tem a mesma probabilidade de recaptura ( $p_i$ ).
2. Todo animal marcado na população imediatamente após o tempo ( $i$ ) tem a mesma probabilidade de sobrevivência no tempo ( $i+1$ )
3. Marcações não são perdidas nem confundidas.
4. Todas as amostras são instantâneas, relativas ao intervalo de tempo entre as ocasiões ( $i$ ) e ( $i+1$ ) e a soltura do animal é realizada imediatamente após a coleta de dados.

As premissas para a realização do RD são resultantes da combinação das premissas do modelo aberto (Jolly-Seber) com o modelo fechado (Pollock, 1982). Além das premissas citadas anteriormente, a população é considerada fechada quando não existem ganhos (nascimentos e imigração) e nem perdas (mortes e emigração) durante as ocasiões secundárias. As ocasiões primárias devem ser separadas entre si o tempo suficiente para que a população apresente ganhos e perdas (Kendall *et al.*, 1997).

Na seleção de modelos assume-se que as premissas (3) e (4) foram atendidas. As premissas (1) e (2) são testadas por meio do GOF. Este teste foi realizado a partir do modelo global  $\phi(t)p(t)$  (Cooch & White, 2011). Para o modelo CJS foi utilizado o bootstrap paramétrico com a utilização do Programa Mark. Foram feitas 1.000 simulações para realizar o GOF. Quando o modelo não foi considerado ajustado ( $p < 0.05$ ) foi necessário um ajuste dos dados. Para quantificar a sobredispersão (“overdispersion”) dos dados foi calculada a variância do fator de inflação ( $\hat{c}$ ). O  $\hat{c}$  é calculado dividindo a desviância observada pela desviância esperada. Quando o fator de inflação encontrado foi maior que 1 foi realizado o ajuste do  $\hat{c}$  (Cooch & White, 2011). Para as análises do modelo de Delineamento Robusto foi utilizado o programa RDSURVIV para realização do GOF (Kendall & Hines, 1999; Hines, 2011). Pelo programa acima os modelos são comparados usando AIC e razão de

verossimilhança. No trabalho os modelos foram considerados adequados, não sendo necessário o ajuste dos dados para o RD.

Após a verificação do modelo foi iniciada a seleção dos modelos. Foi testada a variação da sobrevivência no tempo (t), entre os anos (ano), entre as estações seca e chuvosa (est), com a precipitação (precip) ou, ainda, se a sobrevivência foi constante (.) no tempo. Para a probabilidade de recaptura foi verificado se houve variação entre (t) e (est) ou se esta foi constante (.) ao longo do estudo. A seleção de modelos foi realizada pelo Critério de Informação de Akaike (AIC), sendo observado  $\Delta$  QAICc e feito um teste de razão de verossimilhança (“LR tests”) entre os modelos para determinar a significância da variável retirada. A inserção das variáveis no modelo e a retirada dos parâmetros para gerar os modelos mais simples foram realizadas por meio da manipulação das colunas a partir da matriz de delineamento (Design Matrix) (White *et al.*, 1999; Cooch & White, 2011).

### 4. 3. Resultados

O esforço amostral foi de 43.200 armadilhas x noite. Foram obtidas 4.230 capturas, com sucesso de captura de ~10%. Foram capturadas dez espécies de roedores: *Calomys expulsus* (Lund, 1841), *C. tener*, *Cerradomys scotti* (Langguth & Bonvicino, 2002), *Clyomys laticeps* Thomas, 1909, *Hylaeamys megacephalus* (Fischer, 1814), *Mus musculus* (Muridae) (Linnaeus, 1758), *Necomys lasiurus*, *Oligoryzomys fornesi* (Massoia, 1973), *O. nigripes* (Olfers, 1818) e *Thalpomys lasiotis*. Apenas um marsupial, *Gracilinanus agilis* (Didelphidae) (Burmeister, 1854), foi capturado durante todo o estudo. Entretanto, 97% das capturas foram de apenas três espécies: *N. lasiurus* (51,3% das capturas), *T. lasiotis* (26,9%) e *C. tener* (18,7%). As espécies *C. laticeps* e *G. agilis* foram registradas apenas uma vez cada. Foi encontrada diferença significativa no número de capturas entre a estação seca e chuvosa ( $t = -3,144$ ;  $gl = 65,982$ ;  $p = 0,002$ ). A média de capturas e recapturas na estação chuvosa foi de 48,36 indivíduos e na seca foi de 69,05 indivíduos.

A média da densidade de *C. tener* em todo período de estudo foi de 0,98 ind/ha para a grade 1 e de 0,35 ind/ha para a grade 2 (Tabela 4-I). O número de capturas *C. tener* foi significativamente diferente entre as estações seca (média por campanha = 11,7) e chuvosa (média por campanha = 6,5) ( $t = -3,655$ ;  $gl = 54,839$ ;  $p < 0,001$ ).

Entretanto o número de recapturas por indivíduo em cada campanha não apresentou diferença significativa entre as estações ( $t = 0,647$ ;  $gl = 60,59$ ;  $p = 0,520$ ). Não foi encontrada diferença significativa na densidade desta espécie entre os anos para a grade 1 ( $F = 0,417$ ;  $p = 0,520$ ) e nem tampouco para a grade 2 ( $F = 0,002$ ;  $p = 0,965$ ). Entre as estações seca e chuvosa foi encontrada diferença significativa para a grade 1 ( $F = 13,165$ ;  $p < 0,001$ ) e para a grade 2 ( $F = 5,207$ ;  $p = 0,026$ ). A densidade populacional foi maior na estação seca do que na estação chuvosa na grade 1. Entretanto, o mesmo padrão não foi observado na grade 2, onde a espécie foi registrada em baixas densidades. Os maiores picos de abundância da espécie foram registrados na estação seca entre os meses de junho e agosto (Figura 4.1).

Tabela 4-I - Média da densidade (ind/ha) de *C. tener* registrada na Estação Ecológica de Águas Emendadas entre 2004 e 2009, calculada através do Delineamento robusto entre as estações seca e chuvosa.

	1º ano	2º ano	3º ano	4º ano	5º ano	6º ano
<b>GRADE 1</b>						
<b>Chuva (out-mar)</b>	0,83*	0,53	0,07	0,61	0,68	1,06
<b>Seca (abr-set)</b>	1,44	1,78	0,87	1,67	0,45	1,63
<b>GRADE 2</b>						
<b>Chuva (out-mar)</b>	0,53*	0,91	0,34	0,41	0,07	0,45
<b>Seca (abr-set)</b>	0,19	0,23	0,19	0,07	0,19	0,68

\* janeiro a março

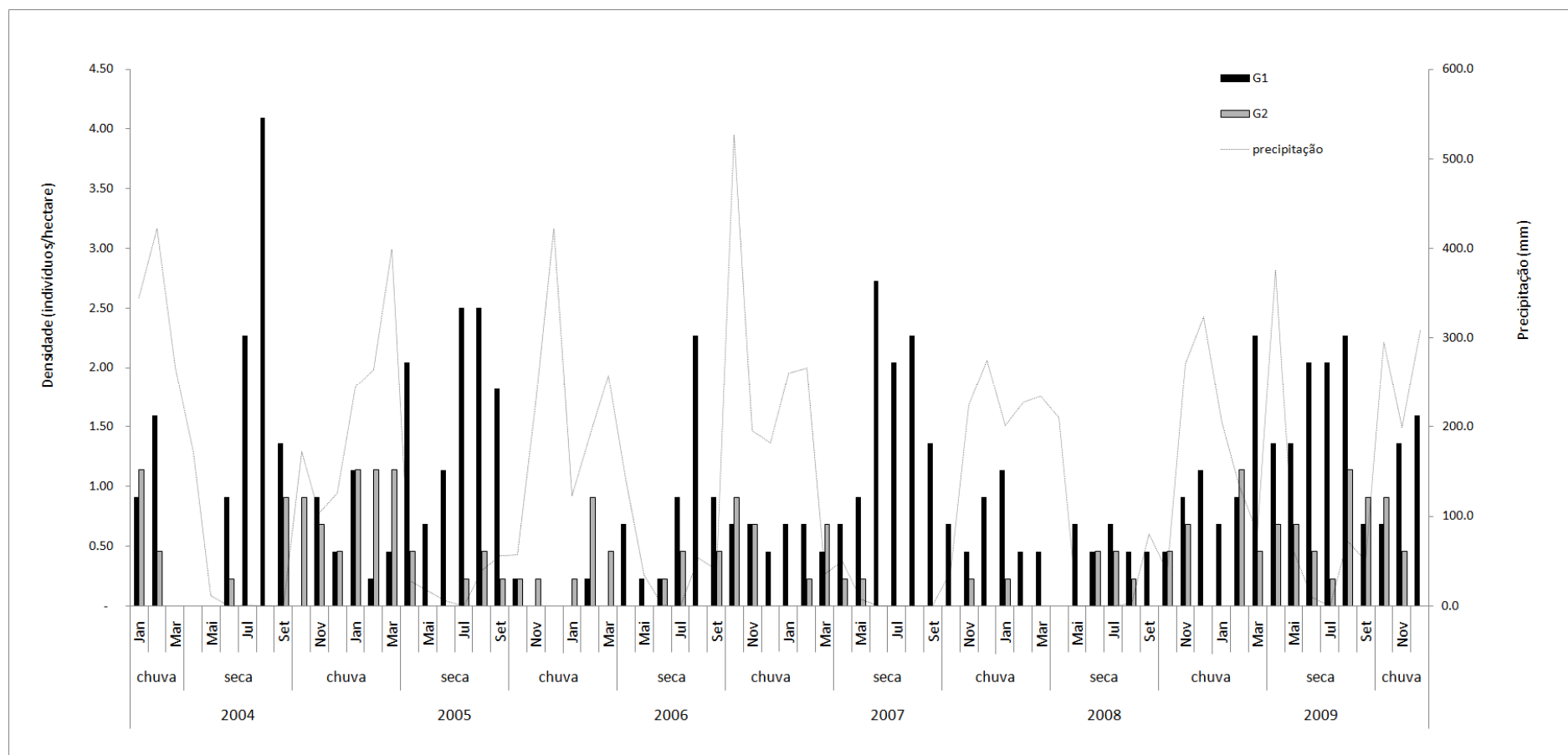


Figura 4.1 - Densidade (ind/ha) de *Calomys tener* calculada utilizando modelo de Delineamento Robusto (MARK) na Estação Ecológica de Águas Emendadas, nas duas grades de estudo e a precipitação medida na Estação Climática Principal de Brasília (Imnet) de 2004 a 2009.

Foi encontrada diferença significativa entre a densidade calculada para *N. lasiurus* pelo método MNKA e pelo estimador DR calculado com auxílio do programa Mark para a grade 1 ( $t = 3,390$ ;  $gl = 72$ ;  $p = 0,001$ ) e para a grade 2 ( $t = 2,723$ ;  $gl = 72$ ;  $p = 0,008$ ). A densidade calculada através do MNKA foi utilizada para propósitos comparativos. A média da densidade registrada ao longo de todo período de estudo foi de 2 ind/ha para a grade 1 e de 1,94 ind/ha para a grade 2 (Tabela 4-II). O número de capturas de *N. lasiurus* ( $t = -0,652$ ;  $gl = 67,932$ ;  $p = 0,516$ ) e o número de recapturas por indivíduo em cada campanha ( $t = 1,886$ ;  $gl = 65,91$ ;  $p = 0,064$ ) não apresentaram diferenças significativas entre as estações. Foi encontrada diferença significativa na densidade de *N. lasiurus* entre os anos para a grade 1 ( $F = 8,381$ ;  $p < 0,001$ ) e grade 2 ( $F = 2,925$ ;  $p = 0,020$ ) mas não entre as estações (G1 -  $F = 2,132$ ;  $p = 0,149$ ; G2 -  $F = 0,090$ ;  $p = 0,765$ ). Não foi encontrado padrão sazonal. A espécie apresentou a maior abundância registrada no começo do estudo (janeiro a março de 2004), seguida de baixas densidades no restante do ano de 2004 e em 2005. No ano de 2006 a densidade aumentou mas decresceu no final de 2007. Só houve novo incremento no começo da estação seca de 2009 (Figura 4.2).

Tabela 4-II – Média da densidade (ind/ha) de *N. lasiurus* registrada na Estação Ecológica de Águas Emendadas entre 2004 e 2009, calculada através do MNKA entre as estações seca e chuvosa.

	1º ano	2º ano	3º ano	4º ano	5º ano	6º ano
<b>GRADE 1</b>						
<b>Chuva (out-mar)</b>	4,91*	0,27	2,03	4,49	1,06	0,92
<b>Seca (abr-set)</b>	0,46	1,71	2,45	3,06	0,60	2,62
<b>GRADE 2</b>						
<b>Chuva (out-mar)</b>	4,91*	0,60	0,83	2,65	1,16	1,06
<b>Seca (abr-set)</b>	0,97	0,93	2,69	1,81	2,31	3,17

\* janeiro a março

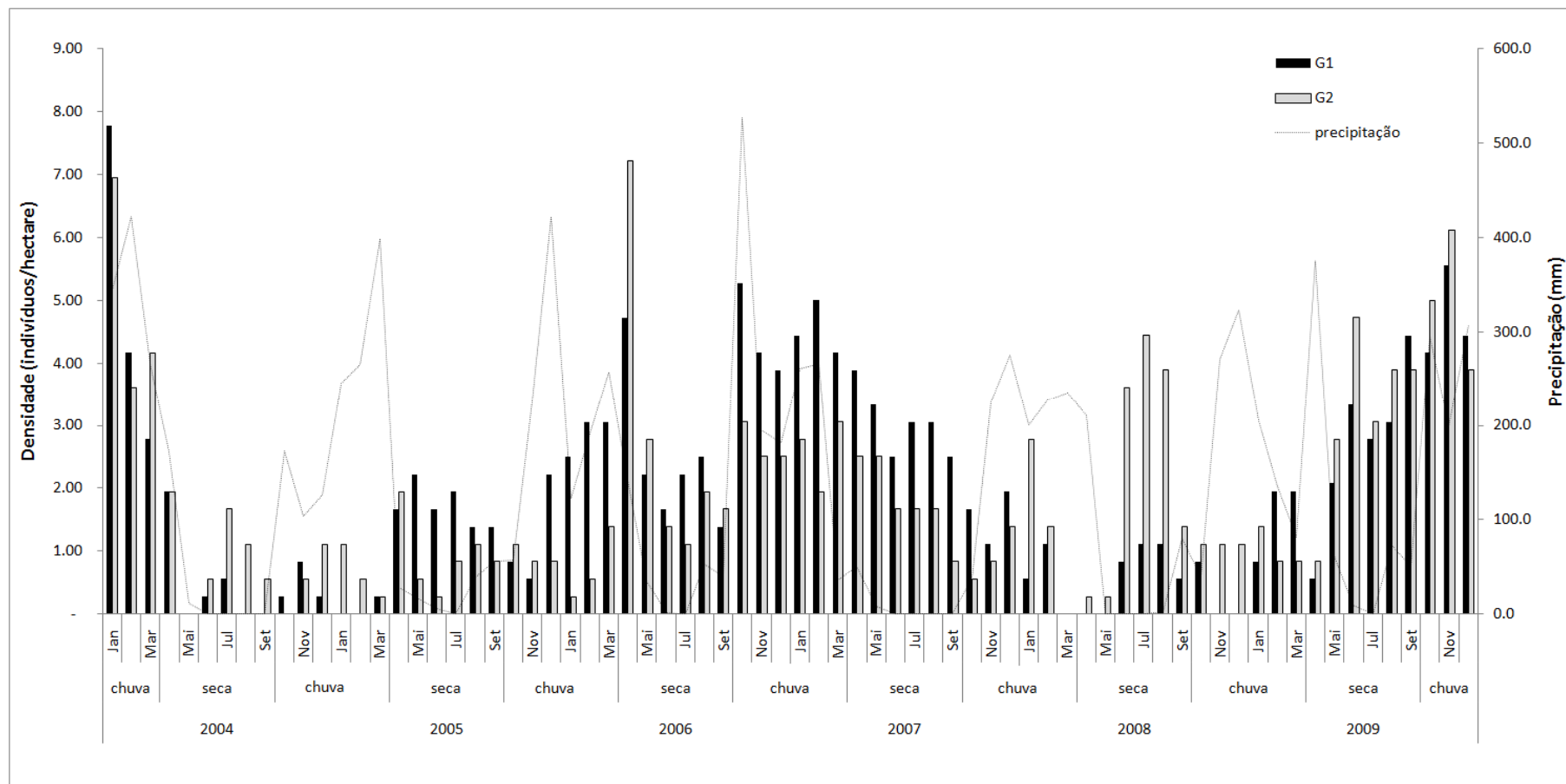


Figura 4.2 - Densidade (ind/ha) de *Necromys lasiurus* calculada utilizando modelo de Delineamento Robusto (MARK) na Estação Ecológica de Águas Emendadas, nas duas grades de estudo e precipitação medida na Estação Climática Principal de Brasília (Imnet) de 2004 a 2009.

Para a espécie *T. lasiotis* a média da densidade encontrada para todo o período de estudo foi de 0,3 ind/ha para a grade 1 e de 1,18 ind/ha para a grade 2 (Tabela 4-III). O número de capturas de *T. lasiotis* foi significativamente diferente entre as estações seca (média por campanha = 9,7) e chuvosa (média por campanha = 22,6) ( $t = -3,226$ ;  $gl = 48,701$ ;  $p = 0,002$ ). O número de recapturas por indivíduo em cada campanha também apresentou diferença significativa ( $t = -3,340$ ;  $gl = 58,661$ ;  $p = 0,001$ ) entre as estações seca (2,6 cap/ind) e chuvosa (1,9 cap/ind). Para esta espécie foi encontrada diferença significativa na densidade populacional entre os anos de estudo ( $G1 - F = 3,413$ ;  $p = 0,009$ ;  $G2 - F = 19,095$ ;  $p < 0,001$ ) e também entre as estações seca e chuvosa ( $G1 - F = 12,018$ ;  $p = 0,001$ ;  $G2 - F = 13,178$ ;  $p < 0,001$ ). A densidade foi maior durante a estação seca do que na estação chuvosa (Tabela 4-III), em praticamente todos os anos tanto na grade 1 quanto na grade 2, com exceção dos anos de baixas densidades (Figura 4.3). Os maiores picos populacionais foram registrados entre junho e setembro. A espécie teve uma baixa abundância nos períodos de chuva, chegando a desaparecer em alguns meses. As duas grades apresentaram diferenças na densidade populacional. Enquanto na grade 1 a espécie apresentou baixas densidades, na grade 2 foram registradas as maiores densidades, com um declínio no tamanho populacional ao longo dos anos de estudo. Apenas no ano de 2008, ano em que as três espécies apresentaram baixas densidades, *T. lasiotis* apresentou maior densidade na estação chuvosa do que na seca.

Tabela 4-III - Média da densidade (ind/ha) de *Thalpomys lasiotis* registrada na Estação Ecológica de Águas Emendadas entre 2004 e 2009, calculada através do MNKA entre as estações seca e chuvosa.

	2004	2005	2006	2007	2008	2009
<b>GRADE 1</b>						
<b>Chuva (out-mar)</b>	0,18*	0,09	0,39	0,04	0,22	0,26
<b>Seca (abr-set)</b>	0,61	1,10	0,75	0,09	0,22	0,39
<b>GRADE 2</b>						
<b>Chuva (out-mar)</b>	0,09*	2,01	1,58	0,96	0,30	0,75
<b>Seca (abr-set)</b>	2,50	4,08	1,45	1,27	0,35	0,31

\* janeiro a março

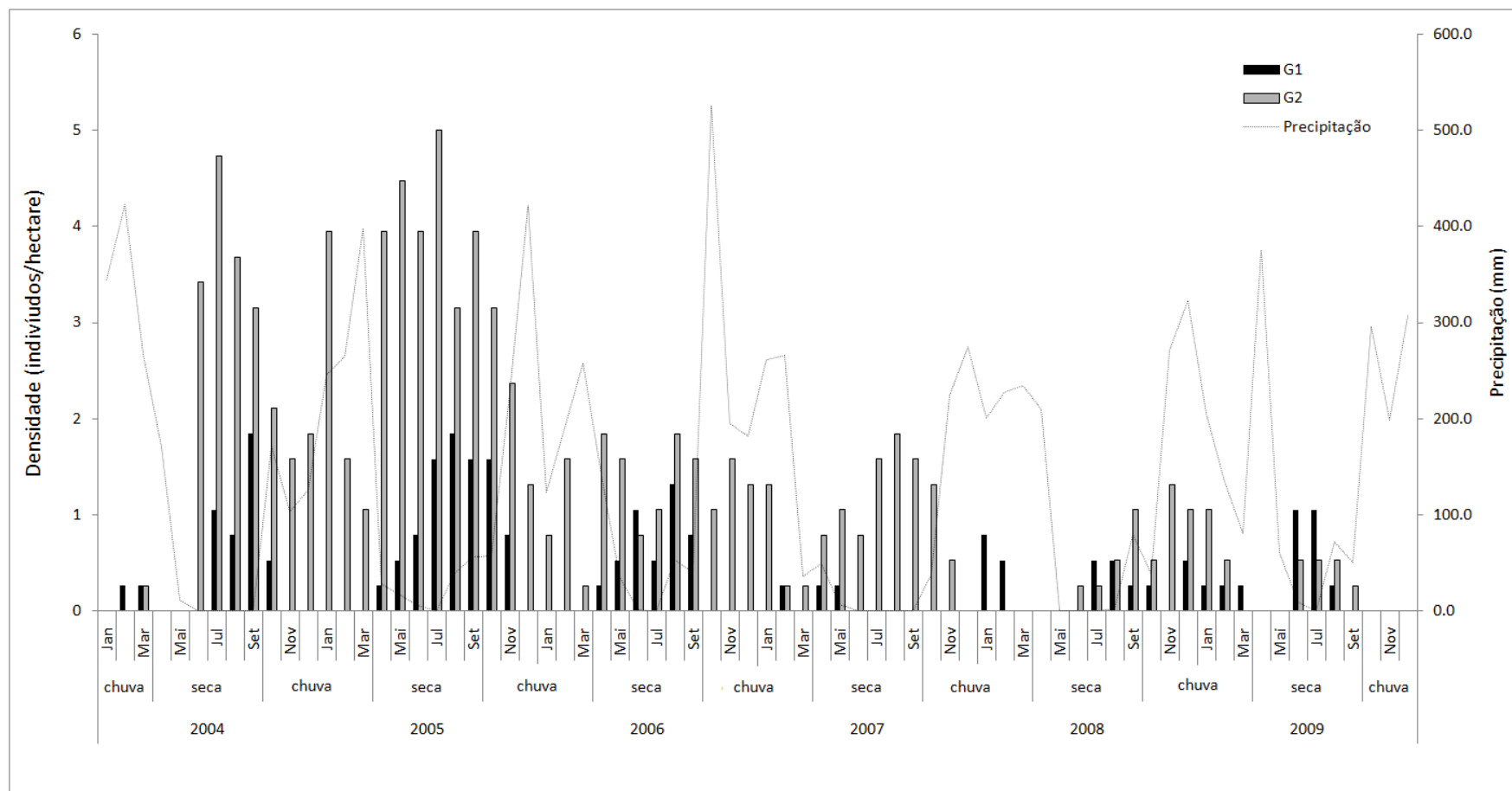


Figura 4.3 - Densidade (ind/ha) de *T. lasiotis* calculada utilizando modelo de Delineamento Robusto (MARK) na Estação Ecológica de Águas Emendadas, nas duas grades de estudo e precipitação medida na Estação Climática Principal de Brasília (Imnet) de 2004 a 2009.



A sobrevivência aparente de *C. tener* variou entre os anos de estudo e entre as estações seca e chuvosa. Entretanto, a probabilidade de recaptura foi constante (0,537) ao longo do período de estudo. Foram selecionados três modelos para esta espécie (Tabela 4-IV; Anexo 4-1). Tanto o modelo Phi(est +ano)p(.) como o modelo phi(est)p(.) foram considerados importantes ( $\chi^2 = 10,319$ ;  $p = 0,067$ ). A sobrevivência aparente foi maior na estação seca do que na estação chuvosa em todos os anos de estudo (Tabela 4-V). O modelo com a sobrevivência variando com a precipitação (Phi(prec)p(.)) também foi selecionado ( $\Delta$  QAICc = 1,297).

Tabela 4-IV - Modelos selecionados entre aqueles candidatos por Cormack-Jolly-Seber para sobrevivência aparente (phi) e probabilidade de recaptura (p) da espécie *Calomys tener*; valor de Critério de Informação de Akaike (QAICc); delta QAICc ( $\Delta$  QAICc); Peso de QAICc (P QAICc), razão de verossimilhança (RV) e número de parâmetros (Nº par), sendo estações do ano (est), precipitação (prec), ano e constante (.) e valor de desviância.

Modelo	QAICc	$\Delta$ QAICc	P QAICc	RV	Nº par	Desviância
Phi(est +ano)p(.)	669,928	0,000	0,243	1,000	8	358,187
Phi(est)p(.)	669,971	0,043	0,238	0,979	3	368,506
Phi(prec)p(.)	671,225	1,297	0,127	0,522	3	369,760

Tabela 4-V - Estimativa de sobrevivência aparente (phi) entre as estações seca e chuvosa e entre o ano de 2004 e 2009 para a espécie *Calomys tener*, na Estação Ecológica de Águas Emendadas.

Estação do ano	2004	2005	2006	2007	2008	2009
Chuva (out-mar)	0,388	0,498	0,543	0,637	0,355	0,546
Seca (abr-set)	0,529	0,638	0,678	0,757	0,494	0,680

A sobrevivência de *N. lasiurus* variou entre os anos de estudo e entre as estações seca e chuvosa. A probabilidade de recaptura variou entre as estações, sendo maior na estação seca (0,817) do que na chuvosa (0,609). Apenas o modelo phi(est\*ano)p(est) foi selecionado para esta espécie (Anexo 4-2). A sobrevivência aparente desta espécie variou entre as estações do ano sendo maior na estação seca nos anos de 2004 e 2006 e maior na estação chuvosa nos anos de 2007 e 2008 (Tabela 4-VI).

Tabela 4-VI - Estimativa de sobrevivência aparente ( $\phi$ ) entre as estações seca e chuvosa e entre os anos de 2004 a 2009 para a espécie *Necromys lasiurus*, na Estação Ecológica de Águas Emendadas.

<b>Estação do ano</b>	<b>2004</b>	<b>2005</b>	<b>2006</b>	<b>2007</b>	<b>2008</b>	<b>2009</b>
<b>Chuva (jan-mar)</b>	0,478	0,470	0,643	0,445	0,379	0,373
<b>Seca (abr-set)</b>	0,263	0,485	0,417	0,617	0,618	0,518
<b>Chuva (out-dez)</b>	0,478	0,470	0,643	0,445	0,379	0,609

A sobrevivência de *T. lasiotis* variou entre os anos de estudo e entre as estações seca e chuvosa. A probabilidade de recaptura também variou entre as estações, sendo maior na estação seca (0,769) do que na chuvosa (0,653). Dois modelos foram considerados importantes para esta espécie (Tabela 4-VII; Anexo 4-3). Tanto o modelo  $\phi(\text{est}*\text{ano})p(\text{est})$  como o modelo  $\phi(\text{est}*\text{ano})p(.)$  foram considerados importantes para a sobrevivência e probabilidade de captura desta espécie ( $\chi^2 = 2,562$ ;  $p = 0,109$ ).

Tabela 4-VII – Modelos selecionados entre aqueles candidatos por Cormack-Jolly-Seber para sobrevivência aparente ( $\phi$ ) e probabilidade de recaptura ( $p$ ) da espécie *Thalpomys lasiotis*, valor de Critério de Informação de Akaike (QAICc), delta QAICc ( $\Delta$  QAICc), Peso de QAICc (P QAICc), razão de verossimilhança (RV), número de parâmetros (Par), sendo estes estações do ano (est), precipitação (prec), ano e constante (.) e valor de desviância (Desv).

<b>Modelo</b>	<b>QAICc</b>	<b><math>\Delta</math> QAICc</b>	<b>P QAICc</b>	<b>RV</b>	<b>Par</b>	<b>Desv</b>
<b><math>\phi(\text{est}*\text{ano})p(\text{est})</math></b>	769,315	0,000	0,216	1,000	14	380,730
<b><math>\phi(\text{est}*\text{ano})p(.)</math></b>	769,748	0,433	0,174	0,805	13	383,292

Tabela 4-VIII – Estimativa de sobrevivência aparente entre as estações seca e chuvosa e entre o ano de 2004 e 2009 para a espécie *Thalpomys lasiotis*, na Estação Ecológica de Águas Emendadas.

<b>Estação</b>	<b>2004</b>	<b>2005</b>	<b>2006</b>	<b>2007</b>	<b>2008</b>	<b>2009</b>
<b>Chuva (out-mar)</b>	0,69	0,461	0,726	0,56	0,726	0,579
<b>Seca (abr-set)</b>	0,631	0,685	0,569	0,903	0,49	0,579

#### 4.4. Discussão

As análises de captura-recaptura (CR) são fundamentais como ferramentas para estudos de populações silvestres (Pollock, 1982; Fernandez, 1995; White & Burnham, 1999) e fornecem dados sobre tamanhos populacionais e taxas demográficas baseadas na formulação de modelos (Link & Barker, 2005).

O MNKA (Krebs, 1966) é o índice mais empregado para estimar tamanho populacional de pequenos mamíferos, e têm sido amplamente utilizado nas últimas décadas (e.g. Morris, 1984; Gentile & Fernandez, 1999; Quental *et al.*, 2001; Bonecker *et al.*, 2009). Os modelos de marcação-recaptura assumem que todos os animais tem a mesma chance de serem capturados em cada amostra (Pollock, 1982). Esta premissa é constantemente violada em populações silvestres principalmente devido a dois motivos: 1) a heterogeneidade, porque a probabilidade de captura pode variar com a idade, sexo, status social; 2) a resposta à captura, pois a probabilidade de captura depende da história de captura, podendo ser um estímulo positivo ou negativo. Animais podem evitar armadilhas (trap-shy) ou viciar nestas (trap-happy) (Pollock, 1982).

O índice MNKA é fortemente dependente da capturabilidade do animal (Fernandez, 1995). O efeito de borda é outra violação do pressuposto da população fechada, por isso é necessário cálculo da área efetiva para minimizar este impacto (Fernandez, 1995). Um indivíduo pode não estar disponível dentro da grade no momento da captura (Kendal & Bjorkland, 2001). O método MNKA gera estimativas menores no começo e no final e maiores no meio do estudo, principalmente em situações quando há altas taxas de sobrevivência (Pocock *et al.*, 2004).

O principal modelo utilizado atualmente para estudos de populações abertas é o Comarck-Jolly-Seber (CJS), e vários trabalhos tratam de formulação de extensões deste modelo (Link & Barker, 2005). O uso do Delineamento Robusto de Pollock é recomendado quando se têm ocasiões primárias e secundárias, e combina as vantagens dos métodos de populações fechadas e abertas incorporando informações provenientes de ambos os níveis de ocasiões (Pollock, 1982; Kendall *et al.*, 1997; Kendall & Bjorkland, 2001; Bailey *et al.*, 2004). O RD estima a probabilidade de detecção ( $p^*$ ) do animal, e desta forma, o tamanho populacional é menos afetado pela heterogeneidade na probabilidade de captura (Cooch & White, 2011).

O Mark e Capture devem ser usados preferencialmente ao índice MNKA (Pocock *et al.* 2004). Apesar do aumento no uso de estimadores para avaliar os

parâmetros demográficos, muitos autores ainda estão usando o índice MNKA para estimar tamanho populacional (N) e não os estimadores calculados pelo Mark e Capture, mesmo utilizando estes programas para estimar os outros parâmetros demográficos (e.g. Quental *et al.*, 2001; Wilson *et al.*, 2004), possivelmente por propósitos comparativos.

A variabilidade temporal nas taxas de captura pode ser reflexo da disponibilidade e qualidade dos recursos, do comportamento da espécie e da densidade de predadores, entre outros (Lima *et al.*, 2001). Em um estudo realizado com dados de diversos trabalhos (Hammond & Anthony, 2006), os autores encontraram considerável variação na capturabilidade entre famílias e gêneros de roedores. A capturabilidade foi diferente, até mesmo dentro de cada espécie, nas localidades, nas estações de captura, no tipo de modelo usado para calcular p (probabilidade de captura) e nas metodologias de campo utilizadas (Hammond & Anthony, 2006). O efeito do tempo na probabilidade de captura foi rejeitado para maioria das espécies e conjunto de dados analisados por estes autores, assim como encontrado neste trabalho, onde nenhuma espécie apresentou (p) variando ao longo do tempo.

*Calomys tener* foi mais capturado na estação seca do que na chuvosa, com recapturas por indivíduos similares entre as estações. No modelo selecionado para explicar a variação nos parâmetros demográficos da população de *C. tener*, a probabilidade de recaptura (p) entre as campanhas foi constante. Estes resultados sugerem que esta espécie é realmente mais abundante na estação seca e a capturabilidade desta espécie não diferiu entre as estações.

Como as capturas e recapturas de *N. lasiurus* foram similares entre as estações, os dados corroboraram o obtido em um trabalho prévio, no qual os autores sugerem que os animais não são mais propensos a serem capturados na estação seca ou chuvosa (Becker *et al.*, 2007). Porém, por meio da modelagem do Mark foi encontrada diferença significativa na probabilidade de recaptura entre as campanhas para *N. lasiurus* nas estações seca e chuvosa. Isso pode indicar que a espécie permanece mais tempo na grade de estudo durante a estação seca. Altos níveis populacionais encontrados durante a estação seca podem ser devidos à alta disponibilidade de recursos para esta espécie granívora (Feliciano *et al.*, 2002), o que poderia justificar uma maior permanência dessa espécie na área durante a estação seca.

A sobrevivência aparente de *C. tener* variou entre os anos de estudo e entre as estações seca e chuvosa de forma aditiva. Os resultados sugerem que a variação entre as

estações é maior do que a variação entre os anos na sobrevivência aparente desta espécie. A variação na precipitação também foi importante, mas só explicou metade da variação explicada pelas estações do ano. Estes resultados sugerem que o período de chuva histórico, aquele previsível, é mais importante que a precipitação real no período analisado. Os parâmetros demográficos obtidos em um estudo de longo prazo para o roedor *Phyllotis darwini* (Waterhouse, 1837) também variaram entre os anos (Lima *et al.*, 2002). Mudanças na demografia e na estrutura da dinâmica populacional foram observadas tanto em períodos de altas taxas de sobrevivência e baixas taxas de crescimento quanto em períodos de baixas taxas de sobrevivência e altas taxas de crescimento (Lima *et al.*, 2002).

No presente estudo, a sobrevivência de *N. lasiurus* variou entre os anos de estudo e entre as estações seca e chuvosa, com interação entre estas variáveis. Alguns parâmetros influenciam essas variações pois, apesar dos recursos alimentares no Cerrado serem mais abundantes na estação chuvosa; a mesma estação pode ocasionar a redução da viabilidade dos ninhos devido à inundação do solo (Alho & Pereira, 1985). A taxa de sobrevivência desta espécie foi descrita como sendo maior durante a estação seca (Alho *et al.*, 1986; Feliciano *et al.*, 2002), tendo estes autores sugerido que a baixa sobrevivência na estação chuvosa pode ser afetada diretamente pela destruição de locais de abrigo (Feliciano *et al.*, 2002), que ocorrem mais em áreas inundadas. No presente trabalho a sobrevivência aparente desta espécie variou entre as estações do ano sendo maior na estação seca em 2004 e 2006 e maior na estação chuvosa em 2007 e 2008 e similares nos outros dois anos (Tabela 4-VI). Apesar desta espécie não apresentar padrão sazonal, a estação foi um fator importante para sobrevivência desta espécie.

A complexibilidade do hábitat de Cerrado, em termos de estrutura da vegetação, influencia na diversidade de recursos tais como suprimento alimentar e sítios de nidificação (Alho, 1982). Já foi descrito que os roedores do Cerrado mantêm baixos níveis populacionais, com picos de densidade relacionados à reprodução e à produção de gramíneas na estação seca (Alho, 1982; Alho & Pereira, 1985).

*Necromys lasiurus*, espécie mais abundante do Cerrado do Brasil central, apresentou maior densidade populacional quando comparada as outras espécies estudadas, corroborando resultados prévios (e.g. Alho & Pereira, 1985; Alho *et al.*, 1986; Lacher *et al.*, 1989; Becker *et al.*, 2007). Considerando apenas as fitofisionomias de campo, tanto o gênero *Calomys* (Alho, 1981), como a espécie *N. lasiurus* (Lacher *et al.*, 1989) já foram registradas como mais abundantes.

No presente trabalho a espécie *C. tener* foi a terceira mais capturada, representando quase 20% das capturas ao longo dos seis anos de estudo. A densidade desta espécie apresentou flutuações sazonais, sendo mais abundante na estação seca em todos os anos de estudo, com densidades populacionais similares entre anos. Esta espécie foi registrada em estudos anteriores como sendo mais abundantes após queimadas e diminuindo as densidades depois deste evento (Vieira, 1999; Briani *et al.*, 2004). No presente estudo, a população manteve os números populacionais estáveis ao longo dos seis anos de estudo.

Apesar de ser a espécie mais abundante do estudo, com mais de 50% das capturas, a densidade de *N. lasiurus* foi relativamente baixa quando comparado com outros trabalhos realizados com esta espécie em área de campo (Becker *et al.*, 2007; Tabela 4-IX). Esta espécie já foi registrada como mais abundante na estação seca em um estudo realizado com apenas um ano de dados (Feliciano *et al.*, 2002). Em três anos de coleta, a população desta espécie declinou ao longo do estudo (Ghizoni *et al.*, 2005). No presente estudo a densidade de *N. lasiurus* variou entre os anos e foi similar entre as estações. A população declinou duas vezes, mas aumentou posteriormente, sugerindo um ciclo entre dois a três anos (Figura 4.2). Os dados do presente trabalho corroboram outros obtidos previamente, pois essa espécie não apresentou padrão sazonal, sendo encontrada em altas densidades alguns anos e baixas em outros anos (Ghizoni *et al.*, 2005; Becker *et al.*, 2007). Esta espécie apresentou similaridade na densidade entre as grades de estudo. Estes resultados reforçam a necessidade da realização de estudos em longo prazo para entender melhor a dinâmica das populações. O declínio de outras espécies do gênero *Necromys* já havia sido registrado anteriormente. Em um Cerrado Boliviano a espécie *N. lenguarum* (Thomas, 1898) apresentou altas densidades no início do estudo, mas declinou nos dois anos subsequentes, com um ligeiro aumento no quarto ano e declinando novamente (Emmons, 2009).

A espécie *Thalpomys lasiotis* foi capturada apenas em áreas de campo (campo úmido, campo de murundu, campo limpo, campo sujo e campo cerrado), indicando que esta espécie é endêmica de campos naturais com vegetação de gramíneas (Andrade *et al.*, 2004). No presente trabalho, *T. lasiotis* apresentou variações significativas na densidade populacional, tanto entre os anos quanto entre as estações seca e chuvosa, sendo maior na estação seca e muito reduzida nos períodos de chuva, chegando a desaparecer em alguns meses. Os maiores picos populacionais registrados neste trabalho ocorreram entre junho a setembro em todos os anos. Apesar de apresentar flutuações

sazonais, aumentando a densidade nos períodos secos, esta espécie apresentou um declínio da população ao longo dos anos de estudo.

Tabela 4-IX – Estimativas de densidade de *N. lasiurus* em diversos estudos realizados em áreas de campo no bioma Cerrado.

<b>Local</b>	<b>Ambiente</b>	<b>Ind/ha</b>	<b>Fonte</b>
Parque Nacional das Emas, GO	Campo cerrado	19	Becker et al., 2007
Fazenda Água Limpa, DF	Campo	27	Alho, 1981
Fazenda Água Limpa, DF	Campo limpo	2,6	Lacher & Alho, 1989
Reserva Ecológica do IBGE, DF	Campo limpo	14,3	Henriques <i>et al.</i> , 1997
Estação Ecológica de Águas Emendadas, DF	Campo de murundu	2	Presente trabalho

Adaptado de Becker *et al.*, 2007

No presente estudo os dois roedores que apresentaram padrão sazonal foram significativamente mais capturados na estação seca, corroborando estudos prévios. Sabe-se que as populações de roedores do Cerrado apresentam padrão regular na variação sazonal da densidade populacional, com as maiores densidades do final da estação chuvosa até a metade da estação seca (Vieira, 2003). Entretanto, a espécie *N. lasiurus* não apresentou padrão sazonal. A alta densidade dos roedores na estação seca é resultado da reprodução destes roedores que ocorre na estação seca.

A variabilidade temporal nas taxas demográficas é resultado de diferentes fatores operando em diferentes escalas de tempo, dentro do ano (estações) e entre os anos (Lima *et al.*, 2001). A sazonalidade nas populações de roedores implica em mudanças na dinâmica em dois estágios: estação reprodutiva e não reprodutiva e pode ter duas consequências importantes: mudanças na taxa de crescimento da população e na densidade dependente das estações (Lima *et al.*, 2002).

As variações climáticas podem ocasionar mudanças na fecundidade e sobrevivência de pequenos mamíferos, limitando assim a reprodução e podendo afetar os padrões de atividade (Deitloff *et al.*, 2010). Vinte anos de estudos sobre as relações de abundância de pequenos mamíferos com as variações climáticas na América do Norte mostraram que o clima é um fator crítico para determinar mudanças no tamanho populacional das espécies (Deitloff *et al.*, 2010).

Esses estudos de longo prazo têm mostrado que fatores como variação climática, sazonalidade, mudanças nas guildas de predadores e produtividade tem efeitos

profundos na dinâmica da comunidade de pequenos mamíferos em diversos ecossistemas e regiões (Lima *et al.*, 2001; Lima *et al.*, 2002; Meserve *et al.*, 2003). Mudanças na assembléia de predadores afetam a abundância de roedores (Lima *et al.*, 2002). Entretanto, estes efeitos não persistiram ou não foram constantes ao longo do tempo (Meserve *et al.*, 2003).

A influência dos fatores *top-down* e *bottom-up* variam geograficamente e no tempo (Meserve *et al.*, 2003). Em regiões áridas e semi-áridas do Chile, nos anos sem El Niño (secos), o controle foi *bottom-up*, e nos anos com El Niño e com grandes produtividades, o controle passou a ser *top-down* (Meserve *et al.*, 2003). A riqueza e diversidade de pequenos mamíferos desta região oscilaram durante ou imediatamente após os períodos de chuva, mas se mantiveram estáveis. Entretanto, o número total e a biomassa de pequenos mamíferos variaram drasticamente. Estes autores mostraram que a competição interespecífica foi um fator importante na determinação do tamanho das populações locais. Os estudos de longo prazo também sugeriram que, a importância relativa dos fatores abióticos e dos processos bióticos como competição interespecífica, predação, herbivoria e granivoria têm papéis diferentes nas comunidades na América do Sul e do Norte (Meserve *et al.*, 2003). A disponibilidade dos recursos alimentares pode flutuar bem mais na América do Sul do que na América do Norte, levando a flutuações mais drásticas nas populações de pequenos mamíferos da América do Sul (Meserve *et al.*, 2003). Assim, as mudanças na abundância de roedores de savana tornam este sistema bastante sensível às mudanças ambientais (Emmons, 2009). Tais estudos mostram que há interações complexas entre o aumento populacional, devido à produtividade da vegetação mediada pelas chuvas, pois as populações podem declinar devido às taxas de predação, à ocorrência de epidemias e outros fatores bióticos combinados (Emmons, 2009).

O entendimento da dinâmica local das populações de pequenos mamíferos é importante para avaliar, o risco de extinção a que estas populações estão expostas (Quental *et al.*, 2001). Variações na riqueza e na abundância das espécies indicam que as populações nas savanas estão declinando ao longo dos anos enquanto as populações de florestas apresentam flutuações (Emmons, 2009) que terminam por manter os números populacionais ao longo do tempo. De fato, o declínio das populações de algumas espécies de roedores tem sido registrado na região de savanas, mas muitas vezes os estudos envolvem apenas uma parte da comunidade ou até mesmo apenas uma espécie e poucos trabalhos consideram períodos maiores que dois ou três anos



(Emmons, 2009). No presente estudo cada uma das espécies, praticamente, correspondeu a um padrão: *Calomys* e *Thalpomys* são sazonais e mais abundantes na estação seca, mas *C. tener* parece manter seus números populacionais ao longo do tempo ao passo que *T. lasiotis* experimenta um declínio constante até praticamente desaparecer da área ao final do estudo; *Necromys lasiurus* exibe estratégia distinta, com flutuação aparentemente bianual da população.

## Conclusões

A sobrevivência das três espécies variou entre os anos e entre as estações seca e chuvosa. As estações, seca e chuvosa, foram variáveis mais importantes para o modelo do que a precipitação para as três espécies, sugerindo que estas espécies são altamente relacionadas às chuvas, mas que não apresentam respostas imediatas à variação na precipitação.

A probabilidade de recaptura entre as campanhas, calculada pelos estimadores, foi maior na estação seca do que na chuvosa para *N. lasiurus* e *T. lasiotis*. Entretanto, o número de capturas de *N. lasiurus* e o número de recapturas por indivíduo foi similar entre as duas estações. Para *C. tener* a probabilidade de recaptura foi constante ao longo de todo o estudo. Para *T. lasiotis* a capturabilidade da espécie foi maior na estação seca, mas a densidade da espécie também foi muito maior na seca. Estes resultados mostram que estas espécies *C. tener* e *T. lasiotis* são realmente mais abundantes na estação seca, e não apenas estão mais propensos a serem recapturados nos períodos secos.

A hipótese que espécies são sazonais com uma variação no tamanho da população entre as estações seca e chuvosa foi corroborada para duas espécies de roedores. Entretanto, *N. lasiurus*, que foi a espécie mais abundante, não apresentou padrão sazonal apresentando flutuações na população com ciclos a cada dois ou três anos. A variação anual também foi importante na abundância para duas das três espécies. Uma por apresentar flutuações, em média, bianuais e a outra por apresentar um declínio nas densidades populacionais ao longo dos seis anos de estudo. Os estudos de longo prazo são de extrema importância para se determinar os fatores que influenciam a dinâmica das populações, e principalmente para determinar se as populações estão em declínio ou apenas apresentam flutuações nas densidades populacionais.

#### 4.5. Referências Bibliográficas

- ALHO, C. J. R. 1981. Small mammal populations of Brazilian cerrado: the dependence of abundance and diversity on habitat complexity. *Revista Brasileira de Biologia*, 41(1): 223-230.
- ALHO, C. J. R. 1982. Brazilian rodents: their habitats and habits. In: Mares, M. A. & Genoways, H. H. *Mammalian biology in South America. The Pymatuning Symposia in Ecology. Volume 6.* University of Pittsburg.
- ALHO, C. J. R. & PEREIRA, L. A. 1985. Population ecology of a Cerrado rodent community in central Brazil. *Revista Brasileira de Biologia*, 45(5): 597-607.
- ALHO, C. J. R.; PEREIRA, L. A. & PAULA, A. C. 1986. Patterns of habitat utilization by small mammal populations in cerrado biome of central Brazil. *Mammalia*, 50(4): 447-460.
- ANDRADE, A. F. B.; BONVICINO, C. R.; BRIANI, D. C. & KASAHARA, S. 2004. Karyologic diversification and phylogenetic relationships of the genus *Thalpomys* (Rodentia: Sigmodontinae). *Acta Theriologica*, 49(2): 181-190.
- 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. *Biometas*, 22(2): 143-151.
- BAILEY, L. L.; SIMONS, T. R. & POLLOCK, K. H. 2004. Spatial and temporal variation in detection probability of *Plethodon* salamanders using the robust capture-recapture design. *Journal of Wildlife Management*, 68(1): 80-90.
- BATZLI, G. O. 1992. Dynamics of small mammal populations: A review. Pp. 831-850. In: McCullough, D. R. & Barret, R. H. *Wildlife 2001: populations.* Elsevier, London.
- BECKER, R. G.; PAISE, G.; BAUMGARTEN, L. C. & VIEIRA, E. M. 2007. Estrutura de comunidades de pequenos mamíferos e densidade de *Necromys lasiurus* (Rodentia, Sigmonontinae) em áreas abertas de Cerrado no Brasil Central. *Mastozoologia Neotropical*, 14(2): 157-168.
- BERGALLO, H. G.; MAGNUSSON, W.E. 1999. Effects of climate and food availability on four rodent species in southeastern Brazil. *Journal of Mammalogy*, 80:472-486.
- BONECKER, S. T.; PORTUGAL, L. G.; COSTA-NETO, S. F. & GENTILE, R. 2009. A long term study of small mammal populations in a Brazilian agricultural landscape. *Mammalian Biology*, 74: 467-477.
- BONVICINO, C. R.; CERQUEIRA, R. & SOARES, V. A. 1996. Habitat use by small mammals of upper Araguaia river. *Revista Brasileira de Biologia*, 56(4): 761-767.
- COOCH, E. & WHITE, G. 2011. *Program Mark: A gentle introduction.* 9<sup>th</sup> Edição.

- DEITLOFF, J.; FALCY, M. R.; KRENZ, J. D. & MCMILLAN, R. 2010. Correlating small mammal abundance to climatic variation over twenty years. *Journal of Mammalogy*, 91(1): 193-199.
- EMMONS, L. H. 2009. Long-term variation in small mammal abundance in Forest and Savanna of Bolivian Cerrado. *Biotropica*, 41: 493-502.
- 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. A. S. 1995. Métodos para estimativas de parâmetros populacionais por captura, marcação e recaptura. *Oecologia brasiliensis*, 2: 01-26.
- FERNANDEZ, F. A. S.; EVANS, P. R. & DUNSTONE, N. 1996. Population dynamics of the Wood mouse *Apodemus sylvaticus* (Rodentia: Muridae) in a Sitka spruce successional mosaic. *Journal of Zoology*, 239: 717-730.
- GENTILE, R. & FERNANDEZ, F. A. S. 1999. A field comparison of two capture-mark-recapture estimators of small mammal populations. *Revista Brasileira de Zoologia*, 16(4): 1109-1114.
- GHIZONI, I. R., LAYME, V. M. G. LIMA, A. P. & MAGNUSSON, W. E. 2005. Spatially Explicit population dynamics in a declining population of the Tropical rodent, *Bolomys lasiurus*. *Journal of Mammalogy*, 86(4): 677-682.
- HAMMOND, E. L. & ANTHONY, R. G. 2006. Mark-recapture estimates of population parameters for selected species of small mammals. *Journal of Mammalogy*, 87(3): 618-627.
- HINES, J. E. 2011. RDSURVIV User's manual. Biological Resources Division, USGS. URL: <http://www.mbr-pwrc.usgs.gov/software/doc/rdsurviv.html>.
- KENDALL, W. L. 2001. The Robust Design for capture-recapture studies: analysis using program MARK. Pp. 357-360. 2nd International Wildlife Management Congress. The Wildlife Society, Bethesda, Maryland, USA.
- KENDALL, W. L. & BJORKLAND, R. 2001. Using open robust design models to estimate temporary emigration from capture-recapture data. *Biometrics*, 57(4): 1113-1122.
- KENDALL, W. L. & HINES, J. E. 1999. Program RDSURVIV: an estimation tool for capture-recapture data collected under Pollock's robust design. *Bird Study*, 46: S32-38.
- KENDALL, W. L.; NICHOLS, J. D. & HINES, J. E. 1997. Estimating temporary emigration using capture-recapture data with Pollock's Robust Design. *Ecology*, 78(2): 563-578.
- KREBS, C. J. 1966. Demographic changes in fluctuating populations of *Microtus californicus*. *Ecological Monographs*, 36(3): 239-273.

- LACHER Jr., T. E. & ALHO, C. J. R. 1989. Microhabitat use among small mammals in Brazilian Pantanal. *Journal of Mammalogy*, 70: 396-401.
- LACHER Jr., T. E.; MARES, M. A. & ALHO, C. J. R. 1989. The structure of a small mammal community in a central Brazilian savanna. Pp. 137-162. In: Redford, K. H. & Eisenberg, J. F. *Advances in Neotropical Mammalogy*. The Sandhill Crane Press. Gainesville.
- LIMA, M.; STENSETH, N. C.; YOCCOZ, N. G. & JAKSIC, F. M. 2001. Demography and population dynamics of the mouse opossum (*Thylamys elegans*) in semi-arid Chile: seasonality, feedback structure and climate. *Proc. Royal society Lond.*, 268: 2053-2064.
- LIMA, M.; STENSETH, N. C. & JAKSIC, F. M. 2002. Population dynamics of a South American rodent: seasonal structure interacting with climate, density dependence and predator effects. *Proc. Royal society Lond.*, 269: 2579-2586.
- LINK, W. A. & BARKER, R. J. 2005. Modeling association among demographic parameters in analysis of open population capture-recapture data. *Biometrics*, 61: 46-54.
- MESERVE, P. L.; KELT, D. A.; MILSTEAD, W. B. & GUTIÉRREZ, J. R. 2003. Thirteen years of shifting top-down and bottom-up control. *Bioscience*, 53(7): 633-646.
- MILLS, J. N.; ELLIS, B. A.; MAIZTEGUI, J.I. & CHILDS, J. E. 1992. reproductive characteristics of rodent assemblages in cultivated regions of central Argentina. *Journal of Mammalogy*, 73:515-526.
- MORRIS, D. W. 1984. Sexual differences in habitat use by small mammals: evolutionary strategy or reproductive constraint? *Oecologia*, 65: 51-57.
- MÚRUA, R. & GONZÁLES, L. A. 1986. Regulation of numbers in two neotropical rodent species in southern Chile. *Rev. Chilena Hist. Nat.* 59,193-200.
- OTIS, D. L.; BURNHAM, K. P.; WHITE, G. C. & ANDERSON, D. R. 1978. Statistical inference from capture data on closed animal populations. *Wildlife Monographs*, 62:3-135.
- POCOCK, M. J. O.; FRANTZ, A. C.; COWAN, D. P.; WHITE, P. C. L. & SEARLE, J. B. 2004. Tapering bias inherent in minimum number alive (MNA) population indices. *Journal of Mammalogy*, 85(5): 959-962.
- POLLOCK, K. H. 1982. A capture-recapture design robust to unequal probability of capture. *Journal of Wildlife Management*, 46:757-760.
- QUENTAL, T. B.; FERNANDEZ, F. A. S.; DIAS, A. T. C. & ROCHA, F. S. 2001. Population dynamics of the marsupial *Micoureus demerarae* in small fragments of Atlantic Coastal Forest in Brazil. *Journal of Tropical Ecology*, 17: 339-352.
- RICKLEFS, R. E. 2003. *A Economia da Natureza*. 5ª edição. Rio de Janeiro, Editora Guanabara, 503p.

- TOWNSEND, C. R.; BEGON, M. & HARPER, J. L. 2006. Fundamentos em Ecologia. 2ª edição. Porto Alegre, Editora Artmed, 592p.
- TURCHIN, P. 2003. Complex Population Dynamics – a teoretical/empirical syntesis (Monographs in Population Biology). Princeton University Press. Princeton and Oxford. 451p.
- TURCHIN, P & BATZLI, G. 2001. Availability of food and the population dynamics of arvicoline rodents. *Ecology*, 82:1521-1534.
- VIEIRA, E. M. 1999. Small mammals communities and fire in the Brazilian Cerrado. *Journal of Zoology*, 249: 75-81.
- VIEIRA, M. V. 2003. Seasonal niche dynamics in coexisting rodents of the Brazilian Cerrado. *Studies on Neotropical Fauna and Environment* 38: 7-15.
- WHITE, G. C. & BURNHAM, K. P. 1999. Program Mark: survival estimation from populations of marked animals. *Bird study*, 46: 120-139.
- WILSON, J. A.; LOCHMILLER, R. L. & JANZ, D. M. 2004. Dynamics of rodent assemblages inhabiting abandoned petroleum landfarms in Oklahoma. *Ecological Applications*, 14(4): 1016-1027.

#### 4.6. Anexos

Anexo 4-1 - Modelos candidatos por Cormack-Jolly-Seber para sobrevivência aparente ( $\phi$ ) e probabilidade de recaptura ( $p$ ) da espécie *Calomys tener*, valor de Akaike Information Criterion (QAICc), delta QAICc ( $\Delta$  QAICc), razão de verossimilhança (RV), número de parâmetros (Nº par), sendo estes estações do ano (est), precipitação (precip), ano e constante (.) e valor de desviância (Desv).

Modelo	QAICc	$\Delta$ QAICc	P QAICc	RV	Nº par	Desv
Phi(est +ano)p(.)	669,928	0,000	0,243	1,000	8	358,187
Phi(est)p(.)	669,971	0,043	0,238	0,979	3	368,506
Phi(prec)p(.)	671,225	1,297	0,127	0,522	3	369,760
Phi(est +ano)p(est)	671,225	2,060	0,086	0,357	9	358,164
Phi(est )p(est)	672,007	2,079	0,086	0,353	4	368,505
Phi(ano)p(.)	672,799	2,871	0,058	0,238	7	363,132
Phi(prec)p(prec)	673,216	3,288	0,047	0,193	4	369,714
Phi(ano)p(est)	673,546	3,618	0,040	0,164	8	361,805
Phi(.)p(.)	675,168	5,240	0,018	0,072	2	375,730
Phi(.)p(est)	675,616	5,688	0,014	0,058	3	374,150
Phi(prec+ano)p(.)	675,877	5,950	0,012	0,051	8	364,136
Phi(.)p(prec)	675,934	6,006	0,012	0,049	3	374,468
Phi(est*ano)p(.)	676,264	6,337	0,010	0,042	13	354,009
Phi(prec+ano)p(prec)	677,935	8,007	0,004	0,018	9	364,110
Phi(est*ano)p(est)	678,366	8,438	0,003	0,015	14	353,978
Phi(t)p(.)	773,167	103,239	0,000	0,000	72	305,498
Phi(est)p(t)	773,704	103,776	0,000	0,000	73	303,172
Phi(t)p(prec)	775,635	105,708	0,000	0,000	73	305,103
Phi(t)p(est)	776,030	106,102	0,000	0,000	73	305,498
Phi(prec)p(t)	779,104	109,176	0,000	0,000	73	308,572
Phi(.)p(t)	780,492	110,564	0,000	0,000	72	312,823
Phi(est+ano)p(t)	780,674	110,746	0,000	0,000	78	295,591
Phi(ano)p(t)	782,285	112,357	0,000	0,000	77	300,144
Phi(prec+ano)p(t)	786,654	116,727	0,000	0,000	78	301,572
Phi(est*ano)p(t)	791,522	121,595	0,000	0,000	83	291,486

Phi(t)p(t)	968,287	298,359	0,000	0,000	141	258,717
------------	---------	---------	-------	-------	-----	---------

Anexo 4-2 - Modelos candidatos por Cormack-Jolly-Seber para sobrevivência aparente ( $\phi$ ) e probabilidade de recaptura ( $p$ ) da espécie *Necromys lasiurus*, valor de Akaike Information Criterion (QAICc), delta QAICc ( $\Delta$  QAICc), peso de QAICc (P QAICc), razão de verossimilhança (RV), número de parâmetros (Nº par), sendo estes estações do ano (est), precipitação (precip), ano e constante (.) e valor de desviância (Desv).

Modelo	QAICc	$\Delta$ QAICc	P QAICc	RV	Nº par	Desv
Phi(est*ano)p(est)	1234,81	0,000	0,691	1,000	14	401,074
Phi(prec)p(prec)	1239,00	4,190	0,085	0,123	4	425,657
Phi(.)p(est)	1239,80	4,981	0,057	0,083	3	428,464
Phi(.)p(prec)	1241,19	6,375	0,028	0,041	3	429,859
Phi(est)p(est)	1241,39	6,578	0,025	0,037	4	428,045
Phi(est*ano)p(.)	1243,05	8,239	0,011	0,016	13	411,371
Phi(ano)p(est)	1243,67	8,861	0,008	0,011	8	422,221
Phi(prec+ano)p(prec)	1245,68	10,868	0,003	0,004	9	422,191
Phi(prec)p(.)	1245,98	11,168	0,002	0,003	3	434,651
Phi(est+ano)p(est)	1246,22	11,410	0,002	0,003	9	422,733
Phi(est)p(.)	1250,52	15,704	0,000	0,000	3	439,187
Phi(prec+ano)p(.)	1252,72	17,912	0,000	0,000	8	431,272
Phi(.)p(.)	1253,58	18,767	0,000	0,000	2	444,262
Phi(est+ano)p(.)	1254,68	19,873	0,000	0,000	8	433,233
Phi(ano)p(.)	1256,38	21,563	0,000	0,000	7	436,956
Phi(.)p(t)	1303,08	68,264	0,000	0,000	72	342,220
Phi(prec)p(t)	1303,60	68,787	0,000	0,000	73	340,409
Phi(est)p(t)	1304,69	69,883	0,000	0,000	73	341,505
Phi(est*ano)p(t)	1305,10	70,199	0,000	0,000	83	318,196
Phi(ano)p(t)	1305,85	71,043	0,000	0,000	77	333,278
Phi(t)p(prec)	1307,31	72,493	0,000	0,000	73	344,115
Phi(est+ano)p(t)	1307,37	72,560	0,000	0,000	78	332,435
Phi(prec+ano)p(t)	1307,61	72,802	0,000	0,000	78	332,677
Phi(t)p(est)	1308,61	73,802	0,000	0,000	73	345,424
Phi(t)p(.)	1316,84	82,033	0,000	0,000	72	355,990
Phi(t)p(t)	1411,83	177,022	0,000	0,000	141	276,915

Anexo 4-3 - Modelos candidatos por Cormack-Jolly-Seber para sobrevivência aparente ( $\phi$ ) e probabilidade de recaptura ( $p$ ) da espécie *Thalpomys lasiotis*, valor de Akaike Information Criterion (QAICc), delta QAICc ( $\Delta$  QAICc), peso de QAICc (P QAICc), razão de verossimilhança (RV), número de parâmetros (Nº par), sendo estes estações do ano (est), precipitação (precip), ano e constante (.) e valor de desviância (Desv).

<b>Modelo</b>	<b>QAICc</b>	<b><math>\Delta</math> QAICc</b>	<b>P QAICc</b>	<b>RV</b>	<b>N par</b>	<b>Desv</b>
phi(est*ano)p(est)	769,315	0,000	0,216	1,000	14	380,730
phi(est*ano)p(.)	769,748	0,433	0,174	0,805	13	383,292
phi(.)p(prec)	770,166	0,850	0,141	0,654	3	404,482
phi(est)p(est)	770,642	1,663	0,111	0,515	4	402,923
phi(est)p(.)	770,978	1,663	0,101	0,435	3	405,295
phi(.)p(est)	771,334	2,018	0,085	0,364	3	405,650
phi(.)p(.)	773,557	4,242	0,028	0,120	2	209,900
phi(est+ano)p(est)	773,579	4,264	0,027	0,118	9	395,544
phi(est+ano)p(.)	773,957	4,642	0,023	0,098	8	398,004
Phi(ano)p(est)	774,083	4,768	0,021	0,092	8	398,130
Phi(prec+ano)p(prec)	775,601	6,286	0,010	0,043	9	397,566
Phi(ano)p(.)	776,326	7,010	0,007	0,030	7	402,445
Phi(prec+ano)p(.)	777,813	8,498	0,003	0,014	8	401,860
Phi(prec)p(.)	813,166	43,851	0,000	0,000	3	447,482
Phi(prec)p(prec)	815,127	45,812	0,000	0,000	4	447,408
Phi(.)p(t)	847,995	78,680	0,000	0,000	72	316,846
Phi(prec)p(t)	848,864	79,548	0,000	0,000	73	314,877
Phi(ano)p(t)	849,497	80,181	0,000	0,000	77	304,004
Phi(est)p(t)	849,687	80,371	0,000	0,000	73	315,700
Phi(prec+ano)p(t)	850,802	81,487	0,000	0,000	78	302,395
Phi(est+ano)p(t)	851,186	81,871	0,000	0,000	78	302,779
Phi(t)p(.)	865,013	95,717	0,000	0,000	72	333,884
Phi(t)p(est)	865,900	96,585	0,000	0,000	73	331,913
Phi(t)p(prec)	866,820	97,504	0,000	0,000	73	332,832
Phi(t)p(t)	1025,899	256,584	0,000	0,000	141	256,333