Instituto Nacional de Pesquisas da Amazônia - INPA
Universidade Federal do Amazonas - UFAM

Programa Integrado de Pós-Graduação em Biologia Tropical e Recursos Naturais - PIPG BTRN

DINÂMICA POPULACIONAL DE *Bolomys lasiurus* (RODENTIA- MURIDAE) EM UMA SAVANA NA AMAZÔNIA CENTRAL

IVO ROHLING GHIZONI JUNIOR

T
599.323
G427d
ex. 2

2003
Manaus - AM

UNIVERSIDADE FEDERAL DO AMAZONAS – UFAM
INSTITUTO NACIONAL DE PESQUISAS DA AMAZÔNIA – INPA
Programa de Pós-Graduação em Biologia Tropical e Recursos Naturais – PPG/BTRN

BIBLIOTECA DO INPA

DINAMICA POPULACIONAL DE *BOLOMYS LASIURUS* (RODENTIA: MURIDAE) EM UMA SAVANA NA AMAZÔNIA CENTRAL

IVO ROHLING GHIZONI JUNIOR

Dissertação apresentada á Coordenação do Programa de Pós-Graduação em Biologia Tropical e Recursos Naturais do convênio INPA/UFAM, como parte dos requisitos para obtenção do título de mestre em Ciências Biológicas, Área de concentração em Ecologia.

MANAUS- AM
2003

UNIVERSIDADE FEDERAL DO AMAZONAS – UFAM
INSTITUTO NACIONAL DE PESQUISAS DA AMAZÔNIA – INPA
Programa de Pós-Graduação em Biologia Tropical e Recursos Naturais – PPG/BTRN

DINÂMICA POPULACIONAL DE *BOLOMYS LASIURUS* (RODENTIA: MURIDAE) EM UMA SAVANA NA AMAZÔNIA CENTRAL

IVO ROHLING GHIZONI JUNIOR

BIBLIOTECA DO INPA

Orientador:
Dr. William Ernest Magnusson

Fontes financiadoras:
PPD (Projeto de Pesquisa Dirigida) – União Européia / FINEP N° 64. 000021.00
CNPq – Bolsa de mestrado

Dissertação apresentada á Coordenação do Programa de Pós-Graduação em Biologia Tropical e Recursos Naturais do convênio INPA/UFAM, como parte dos requisitos para obtenção do título de mestre em Ciências Biológicas, Área de concentração em Ecologia.

MANAUS – AM
2003

T
599.323
G427d
ex 2

Ghizoni Jr., Ivo Rohling

Dinâmica populacional de *Bolomys lasiurus* (Rodentia: Muridae) em uma savana na Amazônia Central / Ivo Rohling Ghizoni Junior

Manaus: INPA/UFAM, 2003.

36P. il.

Dissertação de Mestrado

1-Savanas 2-Amazônia 3-Pequenos roedores 4-*Bolomys lasiurus* 5-Dinâmica de populações 6-Taxas de crescimento populacional 7-Autocorrelação.

Sinopse:

A dinâmica populacional de um roedor murídeo, *Bolomys lasiurus,* foi estudada em 40 parcelas de savana amazônica próximas a Alter do Chão (Santarém – PA) entre 2000 e 2002. Foram feitas quatro coletas sendo duas na estação chuvosa e duas na estação seca. Foram testados os efeitos da estrutura da vegetação, disponibilidade de invertebrados, extensão das parcelas queimadas e a densidade sobre as taxas de crescimento (*r*) anual, sazonal e durante todo o período para verificar quais estavam relacionados com a densidade e taxas de crescimento populacional. Para as variações espaciais a densidade e taxas de crescimento foram usados para relacionar com a distância a fim de encontrar o ponto em que as parcelas estavam sincronizadas espacialmente em cada período. Nenhum dos fatores atuando localmente pareceu capaz de explicar a queda regional da densidade em mais da metade entre 2000 e 2002.

Palavras-chave: *Bolomys lasiurus*, dinâmica, população, autocorrelação, estrutura da vegetação, disponibilidade de invertebrados, queimadas.

À meus pais

Ivo e Luzia

Agradecimentos

Agradeço a orientação do Dr. William 'Bill' Magnusson por possibilitar a realização deste trabalho e pela paciência durante todas as etapas deste trabalho.

A minha família, especialmente meu pai e mãe pelo apoio moral, por confiar nos meus sonhos, realizações e pelo 'paitrocínio', muito importante durante os longos meses sem bolsa e por me apoiarem na permanência aqui nas épocas mais difíceis.

Ao PPD (Projeto de Pesquisa Dirigida) – no projeto vinculado "As interações entre savanas e florestas e sua importância para a biodiversidade" (PPD/ INPA/ FINEP/ União Européia – N°. 64.000021.00) por financiar os trabalhos de campo e logística.

Ao Cnpq pela bolsa de mestrado e ao INPA pela oportunidade de trabalhar na Amazônia. Ao ex-diretor do INPA, Dr. Warwick Estevan Kerr por nos atender várias vezes e ir atrás das bolsas de pesquisas que estavam faltando e que acabou conseguindo de alguma forma. Aos professores do INPA, especialmente os da Ecologia que foram importantes durante minha passagem pelo curso de mestrado, sendo através das disciplinas ou mesmo em conversas informais. As secretárias da ecologia Geize e Isamar que sempre estiveram a disposição para tirar todas as dúvidas e a Beverly que sempre estava a disposição para a entrega e devolução das revistas.

A minha turma de mestrado que sempre foi muito unida e importante, como uma família muitas vezes, nos momentos mais difíceis. Especialmente a galera da colina e os moradores da casa do jambeiro: Felipe, Paulinho, Washington, Luis e o Fernando (Filé); além dos quase da casa, o casal Fernando (Fetch) e Fabiana, além da Deisi, Mariana, Obed, Ingrid, Tiago (Capi), Ivan e Ciro.

Aos mateiros que além de serem fundamentais no trabalho eram muito divertidos: ao Willames, Marcio, Welton e Deco. A toda a família do Deco e Juci que me propiciaram ser também da família enquanto estive lá em Alter, fazendo

com que a estada lá fosse excelente, bem como as pessoas da vila que conheci. As companhias e ajudas no campo do Elildo, Cris, Karl, Paula e Domingos.

A Viviane Maria Guedes Layme por ceder seus dados que foram importantíssimos para a realização deste trabalho e pela troca constante de idéias sobre o *Bolomys*.

Aos amigos Selvino, Sarita, Carol e Luciano que me deram aquela força quando cheguei aqui.

A minha querida Patrícia, que foi tão presente durante todos os dois anos apesar da distância, e que sempre foi de muita importância nos momentos mais difíceis, apoiando e me motivando na realização de um sonho que mesmo muitas vezes foi sofrido e difícil.

E por fim a todos aqueles amigos que de um jeito ou outro me ajudaram durante a minha estada aqui em Manaus e que a gente sempre esquece.

Índice Geral

Lista de figuras VI
Lista de tabelas VII
Lista de anexos VII
Resumo VIII
Abstract X
1. Introdução 1
2. Materiais e Métodos 4
2.1 Área de estudo 4
2.2 Procedimentos para amostragem de *B. lasiurus* 6
2.3 Disponibilidade de invertebrados 7
2.4 Extensão das parcelas queimadas 8
2.5 Estrutura da vegetação 8
2.6 Cálculos das densidades e taxas de crescimento populacional de *B. lasiurus* 9
2.7 Cálculos das variações espaciais 10
3. Resultados 11
3.1 Análise da estrutura da vegetação 11
3.2 Variações espaciais nas densidades e taxas exponenciais de crescimento populacional (*r*) de *B. lasiurus* 12
3.3 Densidade de *B. lasiurus* 12
3.4 Taxas exponenciais de crescimento populacional (*r*) de *B. lasiurus* 15
4. Discussão 25
5. Literatura citada 28
6. Anexos 35

Lista de Figuras

Fig. 1- Mapa da América do Sul com localização da área de estudo e as parcelas amostradas 5
Fig. 2- Esquema da disposição das armadilhas e *pitfalls* dentro das parcelas.....7
Fig. 3- Gráfico das densidades de *B. lasiurus* em cada período de captura 13
Fig. 4- Mapa da distribuição de densidades de *B. lasiurus* para as quatro estações de captura.....17
Fig. 5- Mapas das taxas exponenciais de crescimento populacional de *B. lasiurus* durante as estações, anos e em todo o período.....18
Fig. 6- Gráfico da autocorrelação espacial na terceira captura (C3) 19
Fig. 7- Gráficos das relações entre as diferenças das densidades relacionados as distâncias entre parcelas da segunda (C2) e quarta (C4) capturas 20
Fig. 8- Gráficos das relações entre as diferenças das taxas de crescimento entre a estação seca de 2000 e estação chuvosa de 2001(*r* C1/C2) e da estação chuvosa de 2001 e a estação seca de 2001(*r* C2/C3) e as distâncias entre as parcelas.....21
Fig. 9- Gráfico da autocorrelação entre a última estação (*r* C3/C4).....22
Fig. 10- Gráfico da autocorrelação entre o primeiro ano (*r* C1/C3).....23
Fig. 11- Gráfico da relação entre as diferenças das taxas de crescimento durante todo o período (*r* C1/C4) e as distâncias entre as parcelas.....24

Lista de Tabelas

Tabela 1- Peso (Loadings) das variáveis da estrutura da vegetação na Análise dos Componentes Principais (PCA).....11

Tabela 2- Probabilidades das variáveis independentes dos testes de Mantel parcial relacionados com a densidade em cada período.....14

Tabela 3- Probabilidades das variáveis independentes dos testes de Mantel parcial relacionados com as taxas exponenciais de crescimento populacional de *B. lasiurus* em cada período.....16

Lista de Anexos

Anexo 1- Tabela de capturas e recapturas das parcelas testemunhas 35

Anexo 2- Tabela das capturas nas 40 parcelas em cada estação de captura 36

Resumo

Foi investigada a dinâmica populacional de um roedor murídeo terrestre (*Bolomys lasiurus*) em uma savana amazônica em Alter do Chão, Santarém, PA. Foram amostradas 40 parcelas de savana com 3,75 hectares cada uma e com diferentes distâncias entre elas. Os roedores foram capturados usando 50 armadilhas do tipo Sherman® por parcela durante dois dias consecutivos. Os dados foram levantados durante dois anos em duas estações, duas na estação seca e a duas na estação chuvosa. As diferenças entre parcelas em termos das densidades e taxas de crescimento de *B. lasiurus* foram relacionadas com as distâncias geográficas entre elas. Estas relações foram usadas para determinar até qual distância existiu autocorrelação espacial nos parâmetros populacionais. As densidades e taxas de crescimento geralmente foram autocorrelacionadas sobre distâncias de 1 a 3,5 km.

As variáveis independentes analisadas foram a disponibilidade de invertebrados, extensão das parcelas queimadas e estrutura da vegetação. As variáveis independentes também foram testadas quanto a autocorrelação espacial. Algumas variáveis foram autocorrelacionadas e por isso houve a necessidade de fazer regressões com aleatorizações do teste de Mantel parcial. Para isso criou-se uma variável independente para modelar o efeito da distância nas variáveis dependentes. Variações temporais nas densidades foram relacionadas a disponibilidade de invertebrados e estrutura da vegetação. Para as duas medidas das taxa de crescimento populacional (*r*) anual, a densidade inicial e disponibilidade de invertebrados foram relacionados com a taxa de crescimento no número de *B. lasiurus*. As três medidas de taxas de crescimento sazonal, foram relacionados com a densidade inicial e estrutura da vegetação em todos os casos e disponibilidade de invertebrados (exceto no primeiro período) e extensão das parcelas queimadas (exceto no segundo período). A taxa de crescimento para todo o período foi relacionado com todas as variáveis (exceto a disponibilidade de invertebrados da terceira captura) e a extensão das queimadas de 2000.

As densidades de *B. lasiurus* em quase todas as parcelas diminuíram para mais da metade da primeira para a última captura. Os fatores que afetaram as densidades e taxas de crescimento populacional dentro das parcelas de amostragem variaram espacialmente. Portanto, nenhum dos fatores atuando localmente pareceu capaz de explicar a queda regional da densidade para mais da metade entre 2000 e 2002.

Abstract

The population dynamics of a rodent terrestrial murideu rodent (*Bolomys lasiurus*) was investigated in an amazonian savanna near Alter do Chão, Santarém, PA. Fourty savanna sites plots of 3.75 hectares were sampled. The rodents were captured using 50 Sherman® traps in each plot for two consecutive days. Data were collected over two years in two seasons, two in the dry season and two in the wet season. The diferences among plots in terms of the densities and rates of increase of B. *lasiurus* were related to the distances between plots. These relationships were used to estimate to what the distance spatially autocorrelatied population parameters were. The densities and growth rates were autocorrelatied to distances of 1 to 3.5 km.

Population parameters were analysed in relation to availability of invertebrates, extension of the plot burned and vegetation structure. The independent variables were tested for spatial autocorrelation. As some were spatially autocorrelation, it was necessary to use partial Mantel tests. The effect of distance on the dependent variables was modeled with a dummy variable. Spatial variations in the densities were related to availability of invertebrates and vegetation structure. The two estimates of annual population growth rates (r) were related to initial density and invertebrate availability. The three seasonal growth rates estimated, were related to initial density and vegetation structure in all cases, invertebrate availability except in the first period and extent of fire except in the second station. Population growth rates over the whole period were related to all the variables tested (except invertebrate availability in the third period) and the extent of fire 2000.

The densities of *B. lasiurus* in almost all plots decreased by more than half from the first to the last capture. The factors that affected the densities and rates of population growth among plots to spatially. Therefore, none of the factors acting locally seemed capable of explaining, the regional fall in density by more than half between 2000 and 2002.

1. INTRODUÇÃO

O estudo da dinâmica populacional de mamíferos é complexo e envolve problemas associados a grandes escalas espaciais e temporais (Bowman *et al.* 2001; Pascual *et al.* 2001), pois mudanças podem ocorrer sobre escalas de milhões de quilômetros quadrados e ao longo de décadas (Angerbjörn *et al.* 2001; Norrdahl & Korpimäki 2002; Huitu *et al.* 2003). Muitos trabalhos têm enfatizado o estudo de populações de pequenos mamíferos ocupando campos ou áreas abertas nas regiões de clima temperado (Angerbjörn *et al.* 2001; Viljugrein *et al.* 2001; Hansson 2002; Norrdahl & Korpimaki 2002; Huitu *et al.* 2003). Contudo, poucos estudos foram feitos na região neotropical, sendo estes normalmente de curta duração e feitos em áreas menores de 4 hectares (p. ex. Mello 1980; Souza & Alho 1980; Pereira 1982).

Populações de pequenos mamíferos são influenciadas por fatores intrínsecos da população, como natalidade, mortalidade, taxa de reposição de indivíduos e competição intraespecífica (Ricklefs 1996; Lima *et al.* 2001; Forchhammer *et al.* 2001; Lima *et al.* 2002). Estes por sua vez são afetados por fatores extrínsecos como clima, disponibilidade de alimento (Johnson & Sherry 2001; Layme no prelo), estrutura do hábitat (Alho 1981; Gettinger & Ernest 1995), catástrofes (Gaines *et al.* 1997), predação (Hansson 2002, Norrdahl & Korpimäki 2002) e parasitismo (Gettinger & Ernest 1995; Kohler & Hoiland 2001). Estes não são necessariamente independentes. Por exemplo, a disponibilidade de alimento pode estar relacionada com a estrutura do hábitat enquanto o ciclo de chuvas e catástrofes podem modificar ambos (p. ex. Henriques & Hay 2002).

As flutuações nas populações podem ser medidas através dos cálculos das taxas exponenciais de crescimento populacional (r). Populações espacialmente mais distantes tendem a ter uma maior diferença nas taxas de crescimento (Steen *et al.* 1996; Merritt *et al.* 2001) e menor fluxo gênico (King & Lawson 2001; Roach *et al.* 2001; Camus & Lima 2002). Isso significa que locais mais próximos normalmente apresentam maior sincronia na dinâmica populacional (Steen *et al.*

1996; Angerbjörn *et al.* 2001). Porém, muitas vezes há a dificuldade de se entender até que ponto cada local representa uma população distinta e até que ponto elas flutuam sincronicamente. Isso depende da história de vida, tempo de isolamento e estrutura da paisagem (Huitu *et al.* 2003). Por isso, torna-se importante desenvolver estudos de dinâmica populacional em grandes escalas, espaciais e temporais (Gaines *et al.* 1997).

Várias espécies de pequenos mamíferos coexistem na maioria das savanas neotropicais (Alho 1982; Fonseca *et al.* 1996) e isto pode dificultar o entendimento do que estar afetando espécies separadamente. Interações indiretas como a partição de recursos por competição, padrão de utilização do hábitat e horário de atividade podem dificultar o entendimento da dinâmica de uma determinada população (Schoener 1974; Nitikman & Mares 1987). Em uma savana amazônica isso é minimizado, pois há apenas um pequeno mamífero residente, o roedor *Bolomys lasiurus* (Magnusson *et al.* 1995).

As populações de *B. lasiurus* na região de Alter do Chão oferecem a oportunidade de investigar as causas das flutuações nas densidades e a dinâmica da população em detalhe. A espécie é comum, facilmente capturada (Francisco *et al.* 1995; Magnusson *et al.* 1995; Layme 2002) e tem ciclo de vida curto (Magnusson *et al.* 1995).

Bolomys lasiurus (Lund, 1841) é terrestre, comum nos cerrados, caatinga e região da mata atlântica (Alho 1982; Fonseca *et al.* 1996). Na região de Alter do Chão é exclusivo da savana, não sendo encontrado em florestas (Magnusson *et al.* 1999; Souza 2002). No bioma do cerrado do Brasil central a espécie ocorre no cerrado (*sensu strictu*), floresta tropical seca, campo e floresta de galeria (Alho 1981; Macedo & Mares 1987; Nitikman & Mares 1987; Gettinger & Ernest 1995; Marinho- Filho *et al.* 1994). O adulto chega a pesar cerca de 60 gramas. A espécie é onívora, alimentando-se de artrópodes principalmente na estação seca entre junho e setembro, e de vegetais incluindo frutos e sementes (Francisco *et al.* 1995). As densidades de *B. lasiurus* na região de Alter do Chão foram correlacionadas a disponibilidade de artrópodes (Layme 2002).

Queimadas são consideradas acontecimentos catastróficos (Coutinho 1982) que podem mudar a estrutura da vegetação de savanas (Calder *et al.* 1992). Queimadas nas savanas de Alter do Chão mudam a estrutura da vegetação e alteram a disponibilidade de alimento para frugívoros (Sanaiotti & Magnusson 1995). Portanto, é possível que seqüências de queimadas possam afetar as densidades ou amplitudes de flutuações na densidade de *B. lasiurus*.

Populações de *B. lasiurus* usualmente apresentam amplas flutuações na densidade e são extremamente dinâmicas. No cerrado do Brasil Central, Mello (1980), Valle *et al.* (1982), Nitikman & Mares (1987) e Marinho- Filho *et al.* (1994) estudando populações de *B. lasiurus* em locais diferentes, constataram que a espécie foi ausente no começo dos estudos e nos anos seguintes tornou-se muito abundante. No cerrado do sul de Minas Gerais, Dietz (1983) constatou que a espécie apresentava mais baixa densidade na estação chuvosa. Na caatinga do nordeste brasileiro, Karimi *et al.* (1976) reportaram que *B. lasiurus* era abundante durante todo o ano, mas apresentou maior densidade na época da chuva. Nas savanas de Alter do Chão, *B. lasiurus* era abundante e estável num período de seis anos numa parcela de quatro hectares (Francisco *et al.* 1995). Porém, logo após, a densidade da espécie naquele local caiu para perto de zero (Magnusson & Lima, dados não publicados). Layme (2002) analisou, quanto os fatores ambientais (estrutura da vegetação, disponibilidade de invertebrados e extensão das queimadas) afetavam a densidade de *B. lasiurus*. Aquele trabalho serviu de base para o presente estudo que teve como objetivo geral estudar a dinâmica populacional de *B. lasiurus* durante dois anos.

Os objetivos específicos deste estudo foram os seguintes:

- Avaliar os efeitos da estrutura da vegetação, extensão das queimadas e disponibilidade de invertebrados sobre as variações espaciais na densidade de *B. lasiurus*;
- Determinar se as taxas de crescimento populacional (r) são relacionados com a densidade populacional, estrutura da vegetação, disponibilidade de invertebrados e extensão das parcelas queimadas;

- Determinar as distâncias sobre as quais as densidades e as taxas de crescimento populacional na população flutuam sincronicamente;

2. MATERIAIS E MÉTODOS

2.1. ÁREA DE ESTUDO

A área de estudo localiza-se em torno da Vila de Alter do Chão (2° 31 S, 55° 00 W), distante cerca de 40 km da cidade de Santarém no Estado do Pará, situada na margem direita do Rio Tapajós, próximo a confluência com o rio Amazonas.

As 40 parcelas estudadas estão distribuídas sobre uma área de aproximadamente 20 mil hectares (Albernaz *et al.* 1999) incluindo cerca de 5 mil hectares de savanas entremeadas por fragmentos florestais (Fig. 1). A região é composta por várias formações vegetais como igapós, capoeiras e matas ciliares, além de rios, lagos e praias (Albernaz *et al.* 1999; Albernaz 2001). As áreas de savana são cobertas principalmente por duas espécies de gramíneas, *Paspalum carinatum* e *Trachypogon plumosus*, com árvores esparsas (Sanaiotti 1987, Miranda 1991, Magnusson *et al.* 2001), sendo o solo geralmente arenoso (Magnusson *et al.* 2001).

A região apresenta forte sazonalidade na precipitação anual. A estação chuvosa ocorre entre dezembro e maio e a estação seca entre junho e novembro, havendo fortes oscilações de um ano para outro (Azevedo-Ramos *et al.* 1999). A precipitação média anual é de 1420mm e a temperatura média é de 27,7° C (Miranda 1991).

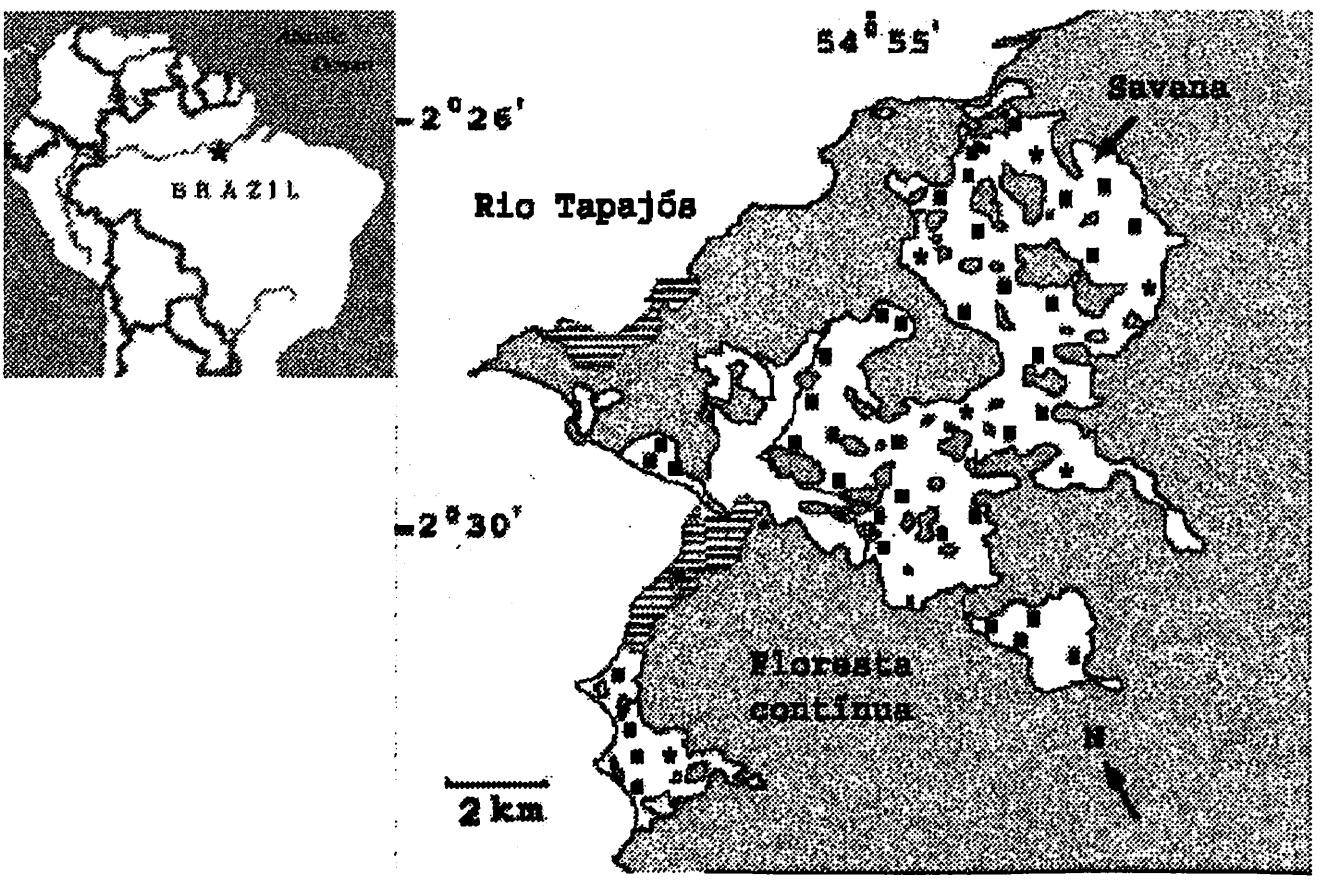

Figura 1. A localização da área de estudo no Brasil, e a distribuição das áreas de savana na região de Alter do Chão, Santarém-PA. Os quadrados correspondem ás 40 parcelas onde *Bolomys lasiurus* foi estudado durante dois anos. Asteriscos (*) representam parcelas controle amostradas somente no final do estudo.

2.2. Procedimentos de amostragem de *B. lasiurus*

Foram feitas quatro coletas, duas nos períodos entre setembro e novembro de 2000 e 2001, e duas entre março e maio de 2001 e 2002. As amostragens foram feitas em 40 parcelas de 3,75 hectares cada. As parcelas foram distribuídas de maneira a cobrir todas as manchas de savanas (Fig. 1). Em cada parcela, foram utilizadas 50 armadilhas do tipo Sherman™ (10 X 10 X 30 cm), distantes 20 metros entre si e colocadas no solo. As armadilhas foram dispostas em 4 linhas de 250 metros cada, sendo que a primeira e terceira linhas tinham 12 armadilhas e as outras duas tinham 13 (Fig. 2). As parcelas foram localizadas com um GPS (Albernaz 2001) e as distâncias entre as parcelas calculadas como as distâncias euclidianas entre as coordenadas UTM.

Cada armadilha teve como isca uma mistura de creme de amendoim com aveia em flocos e metade de uma semente de castanha do Pará (*Bertholletia excelsa*). Cada parcela foi amostrada durante dois dias consecutivos em cada sessão de captura (Magnusson *et al.* 1995; Layme 2002). As armadilhas foram inspecionadas uma vez por dia, entre 6 e 10 horas da manhã. Este procedimento já foi testado em estudos preliminares e não resulta em estresse ou morte dos animais (Layme 2002).

Para avaliar se as capturas durante 2 anos haviam afetado as densidades de *B. lasiurus*, foram realizadas coletas em oito parcelas nunca antes investigadas. Destas, seis foram localizadas a no mínimo 1 km das áreas mais próximas e no máximo a cerca de 4 km de distância das outras parcelas na área geral do estudo (Fig. 1). As outras duas eram em uma vegetação de savana no lado oposto do Rio Tapajós (cerca de 16 km de largura neste ponto).

Cada animal capturado foi sexado, medido, pesado e marcado com combinações de corte das falanges distais. Os códigos de marcação indicavam a parcela onde o indivíduo tinha sido coletado e serviram para indicar se os indivíduos se moviam de uma parcela a outra. Os animais foram soltos imediatamente após a marcação.

Os dados da densidade na captura 1 (C1) em 2000 (estação seca) e na captura 2 (C2) em 2001 (estação chuvosa) foram coletadas por Layme (2002). As amostragens dos dados sobre as densidades de *B. lasiurus* em setembro/outubro (C3) em 2001 e abril/maio (C4) em 2002 foram realizadas pelo autor, nas mesmas épocas do ano como as de Layme (2002) para permitir a comparação entre anos.

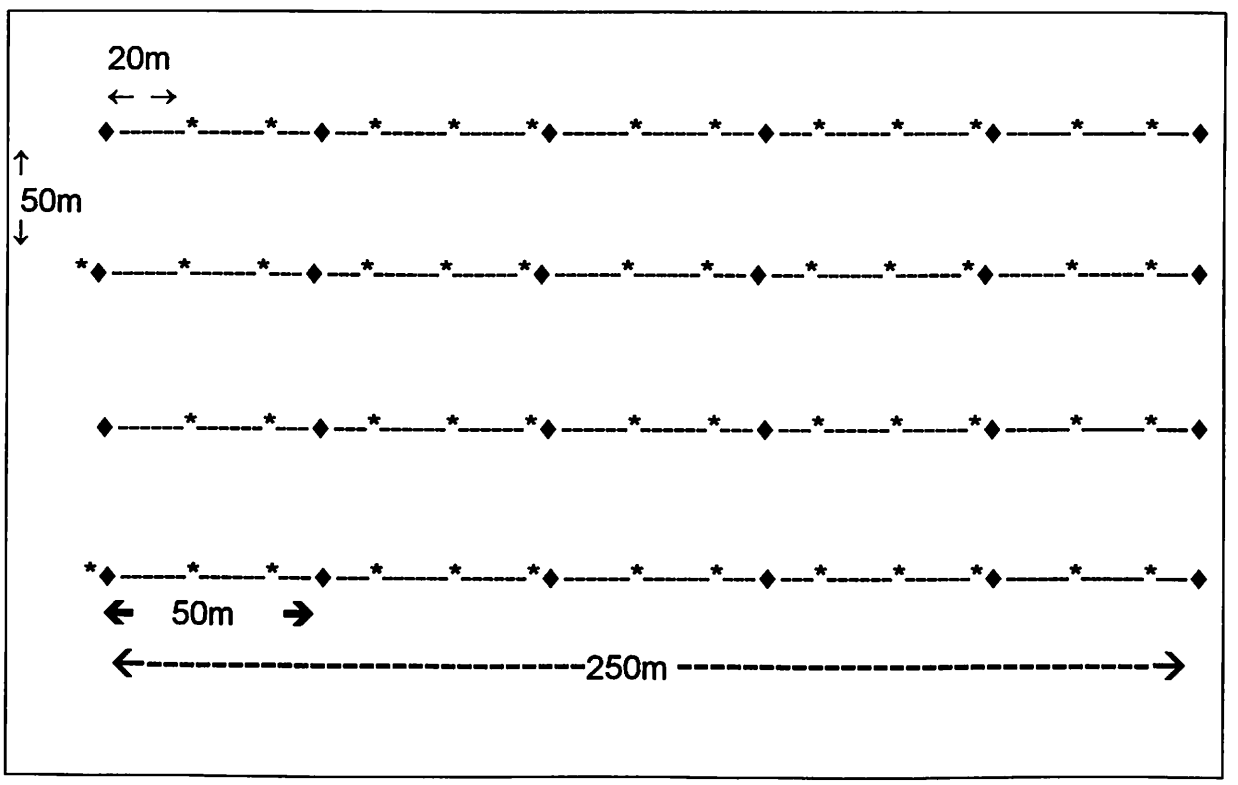

Figura 2. Disposição das armadilhas Sherman nas quatro linhas dentro de cada parcela em Alter do Chão (*) e das armadilhas de queda (*pitfall)* para a coleta de invertebrados (♦) durante o período de amostragem de *B. lasiurus*.

2.3. Disponibilidade de invertebrados

A disponibilidade de invertebrados foi estimada através de amostras coletadas em armadilhas de queda (*pitfall;* Southwood 1966). Cada armadilha consistiu de uma garrafa de refrigerante (2 litros) do tipo "PET" cortada e enterrada 15 cm no solo com uma abertura de 10 cm de diâmetro. Foram instaladas 24 armadilhas em cada parcela, distantes 50 m uma da outra, totalizando 6 *pitfalls* em cada linha (Fig. 2) em cada período amostral. O fundo da garrafa foi coberto com

água e detergente para quebrar a tensão superficial. As armadilhas de queda permaneceram em cada parcela por 24 horas. Os invertebrados coletados foram classificados em nível de ordem. Segundo Francisco *et al.* (1995), *B. lasiurus* se alimenta principalmente das ordens Coleóptera, Quilópoda, Araneae, Hemíptera e Isoptera.

Layme (2002) não coletou invertebrados no primeiro período (estação seca de 2000) e dados foram disponíveis apenas para as últimas 3 estações de coleta para relacionar a biomassa de invertebrados com a densidade de *B. lasiurus.* A biomassa de invertebrados foi calculada através da pesagem em balança de precisão com três casas decimais, das ordens as quais *B. lasiurus* se alimenta.

2.4. Extensão das parcelas queimadas

As extensões das queimadas foram estimadas através da proporção da área queimada em cada parcela. Para isso, foi usada uma trena que foi estendida ao longo das 4 linhas de 250 metros, nas mesmas linhas onde foram colocadas as armadilhas. Desta forma, foi registrado quantos metros de área queimada havia em cada parcela. As medidas das queimadas foram feitas de janeiro a maio dos anos de 1999, 2000 e 2001, depois das últimas queimadas a cada ano na região. Os dados sobre as queimadas foram coletados por pesquisadores e técnicos, e disponibilizados por A. Lima.

2.5. Estrutura da vegetação

A estrutura da vegetação foi medida nas 40 parcelas em 1997 (Magnusson *et al.* 2001). As coberturas da vegetação inferior a 2 metros de altura foram estimadas pelo método da parcela de ponto (Mantovani & Martins 1990). Para isso, uma trena foi esticada ao longo das 4 linhas de 250 metros. A cada 2 metros, uma vareta de metal de 2 milímetros de espessura e 50 centímetros de comprimento foi posicionada na vertical. Foram registradas quais categorias de vegetação (gramíneas, ciperáceas, arbustos e solo sem cobertura) tocavam a vareta. O método não foi muito preciso para a cobertura de árvores; em cada

ponto era estimado visualmente se a forma geral da copa das árvores sobrepôs o ponto ou não (Magnusson *et al.* 2001).

Os primeiros dois eixos de uma Análise de Componentes Principais (PCA) foram usados para sumarizar os maiores gradientes na estrutura da vegetação entre parcelas. Isto foi usado para determinar se houve relação entre a estrutura da vegetação e as densidades e taxas de crescimento populacional de *B. lasiurus*. As variáveis usadas na PCA foram a proporção das parcelas cobertas por chão aberto, árvores, arbustos, capins altos (*Trachypogon plumosus*), e capins pequenos (*Paspalum* sp. e *Axonopus* sp.). Segundo Layme (no prelo) a densidade de *B. lasiurus* apresenta relação com o capim alto *Trachypogon plumosus*. Por isso, as duas classes de capins foram analisadas separadamente.

2.6. Cálculos das densidades e taxas de crescimento populacional de *B. lasiurus*

O número de capturas em cada período foi usado como índice da densidade para cada parcela amostrada. As taxas exponenciais de crescimentos populacionais (r) foram calculadas como

$$r = \log (C_{t1}+1) - \log (C_{t0}+1),$$

onde, C_{t1} = número de *Bolomys* capturados no tempo 1 mais um e C_{t0} = número de *B. lasiurus* capturados na estação anterior mais um. A constante foi adicionada porque algumas densidades foram iguais a zero.

Para determinar quais fatores ambientais foram relacionados às densidades e taxas de crescimento da população de *B. lasiurus,* foram feitos modelos de Mantel parcial. As taxas de crescimento entre estações de seca e chuva (r C1/C2 e r C3/C4) e entre a chuva e seca (r C2/C3); entre anos, (secas de 2000 e 2001, r C1/C3) e (estações chuvosas de 2001 e 2002, r C2/C4) e durante todo o período (r C1/C4) foram relacionados com as densidades iniciais (Di), disponibilidade de invertebrados da última captura (DAi), extensão da área queimada durante as duas capturas (EQ) e os dois eixos da análise de componentes principais sumarizando a estrutura da vegetação (PCA1 e PCA2). As três coletas de invertebrados e as extensões das parcelas queimadas de 2000 e 2001 foram utilizadas separadamente como variáveis independentes no modelo para todo o

período. A relação entre as diferenças das distâncias entre as parcelas e as diferenças entre as parcelas nas variáveis independentes foram testadas com o teste de Mantel (Legendre 1993).

Os testes de Mantel simples foram feitos no programa PATN (Belbin 1992), e os testes de mantel parcial foram feitos no programa RT (Manly 1997). Foram feitas aleatorizações (1000) nos modelos de regressões.

2.7. Cálculos das variações espaciais

Na ausência de mudanças no hábitat em escalas maiores, o padrão esperado é de um aumento na dissimilaridade entre parcelas relativo à densidade e taxas de crescimento das populações proporcional à distância entre parcelas até uma certa distância. A partir desta distância, a similaridade entre parcelas seria pouco relacionada com a distância entre elas.

As diferenças das densidades e taxas de crescimento populacionais de todas as parcelas em cada período foram plotadas contra as distâncias euclidianas para estimar até que ponto as parcelas estavam flutuando sincronicamente. Para se retirar o efeito da distância, foi adicionado uma variável independente para modelar o efeito da distância (DIST). Para determinar a forma de DIST foi necessário saber em qual distância não há mais efeito da distância na autocorrelação espacial. As distâncias maiores que algum ponto, não há mais efeito e o modelo é uma constante. Nas distâncias menores, a relação foi modelada com uma regressão linear. O ponto de interação e os parâmetros da regressão linear foram estimadas usando regressão de ponto de quebra (break-point regression) no módulo NONLIN do programa SYSTAT 8.0 (Wilkinson 1998). Foi empregada a fórmula de regressão de ponto de quebra que indica a distância até uma junção dos dois modelos:

$$y = b0 + b1 * X - b1 * (X - quebra) * (X > quebra)$$

onde, y = variável dependente, b0 = constante, b1 = inclinação da reta antes do ponto de quebra, X = distância entre as parcelas e 'quebra' = valor do ponto em que não há mais diminuição na similaridade entre as parcelas (Wilkinson 1998). Isso indicou a distância até a qual as parcelas foram sincronizadas espacialmente

em cada período amostral. Como houve relações entre as variáveis dependentes e independentes e a distância entre parcelas, foi necessário modelar o efeito da autocorrelação espacial e investigar os efeitos das variáveis independentes usando o teste de Mantel Parcial (Fortin & Gurevitch 1993).

3. RESULTADOS

3.1 Análise da estrutura da vegetação

Os primeiros dois eixos da PCA da estrutura da vegetação explicaram cerca de 84% da variação nos dados originais, contendo 57 e 27% da variância no primeiro e segundo eixos, respectivamente. Como grande parte da variação na estrutura da vegetação foi contida nessas duas variáveis, os dois primeiros eixos foram utilizados como variáveis independentes. Todas as variáveis tinham pesos (*loadings*) com valor absoluto >0,5 no primeiro eixo (PCA1), mas o chão aberto e capins grandes também tinham altos pesos no segundo componente (PCA2).

Tabela 1: Peso (*loadings*) das variáveis da estrutura da vegetação na Análise dos Componentes Principais (PCA).

Variáveis	Fator 1	Fator 2
Chão aberto	-0,704	-0,706
Capins pequenos	0,867	0,113
Capins grandes	-0,504	0,829
Árvores	0,832	-0,334
Arbustos	0,821	0,122

3.2 Variações espaciais nas densidades e taxas exponenciais de crescimento populacional (*r*) de *B. lasiurus*

As densidades (Fig. 3) e as taxas de crescimento populacional entre a estação seca de 2001 (C3) e a estação chuvosa de 2002 (C4) mostraram agrupamentos (Fig. 4). As parcelas mais próximas apresentaram valores mais semelhantes. As diferenças nas densidades (DD) entre parcelas não foram significativamente relacionadas com a distância entre parcelas (DIST) na primeira captura (C1) (P=0,92). No entanto, DD foi relacionado com DIST para C2 (P=0,05), C3 (P=0,00) e C4 (P=0,02). As diferenças nas taxas de crescimento populacional (*r*) entre parcelas e as distâncias físicas entre as parcelas não foram significativamente relacionadas no período entre as estações chuvosas de 2001 e 2002 (*r* C2/C4) (P=0,98). Contudo, as taxas de crescimento populacional de *B. lasiurus* foram significativamente relacionadas com as distâncias (DIST) para os outros períodos (P<0,02 para todos os casos).

As regressões indicaram correlação espacial até uma distância de 1080 m para as densidades na captura 3 (C3)(Fig. 6), até 1630 m para a estação chuvosa de 2001 (C2)(Fig. 7A), até 1840 m para a estação chuvosa de 2002 (C4) (Fig. 7B). Para as taxas de crescimento de *B. lasiurus* entre as estações seca/chuva (*r* C1/C2) a correlação espacial se estendeu até 1600 m (Fig. 8A), e *r* C3/C4 até por volta de 3340 m (Fig. 9). Entre as estações chuva/seca (*r* C2/C3) a autocorrelação se estendeu até 1720 m (Fig. 8B). Para as taxas de crescimento no primeiro ano (*r* C1/C3), a autocorrelação se estendeu até 2450 m (Fig. 10). Para as taxas de crescimento sobre todo o período (*r* C1/C4) a correlação espacial se estendeu até por volta de 2270 m (Fig. 11).

3.3. Densidade de *B. lasiurus*

Algumas variáveis independentes não foram autocorrelacionadas espacialmente. Estas, foram as extensões das queimadas de 1999 e 2001, as três disponibilidades de invertebrados, a densidade na primeira captura, e o PCA2 (todos com P>0,12). As outras variáveis apresentaram autocorrelações espaciais (P<0,03 para todos os casos).

As densidades médias de *B. lasiurus* para praticamente todas as parcelas amostradas tiveram queda de mais da metade de 2000 para 2002 (Fig. 3). Algumas parcelas tiveram aumento sutil da população enquanto que a maior parte apresentou diminuição. Poucas parcelas apresentaram populações relativamente estáveis durante o período, e cada uma apresentou flutuações distintas quanto a densidade (Anexo 2). Todas as recapturas de *B. lasiurus* foram feitas nas próprias parcelas onde haviam sido marcados. As 8 parcelas controle (C4*), que foram amostradas somente na última captura (C4), tiveram médias menores a uma captura por parcela. Essas densidades foram semelhantes as médias das outras parcelas no último período de captura (Fig. 3).

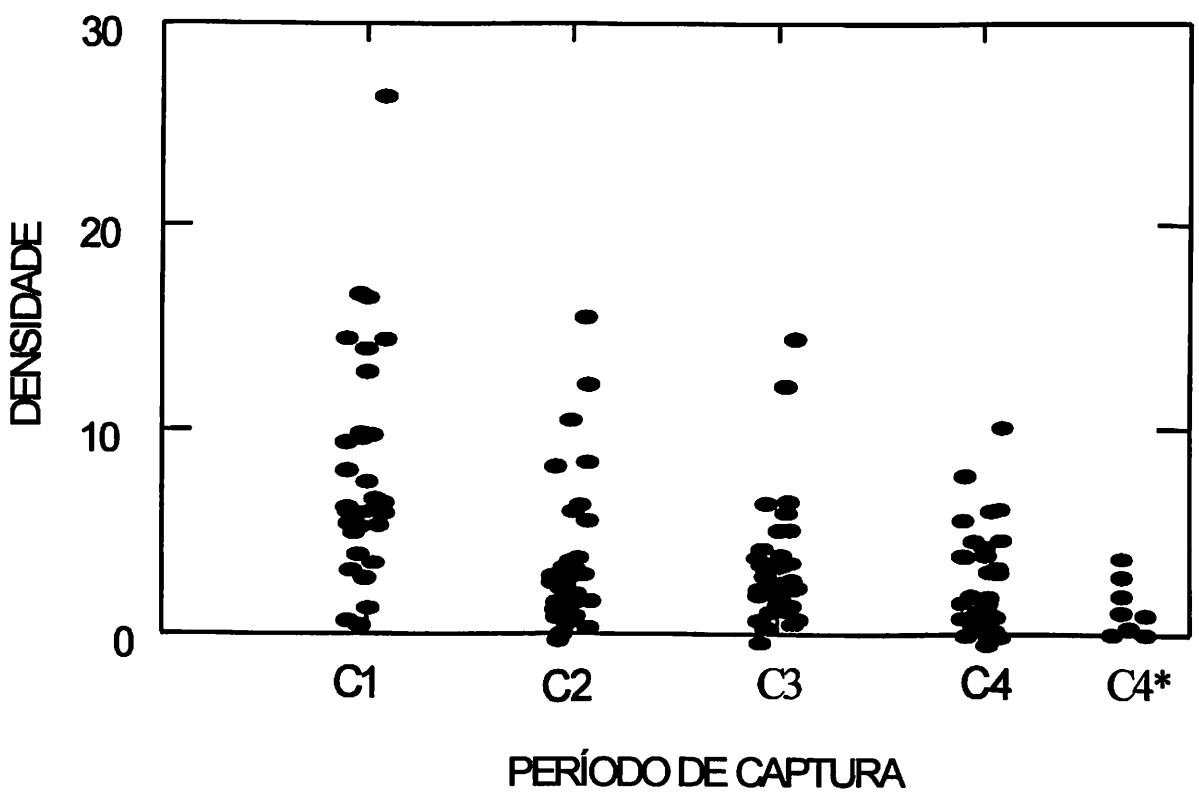

Figura 3: Densidades de *B. lasiurus* em cada período de captura. Captura 1 (C1) entre setembro e novembro de 2000, captura 2 (C2) entre março e maio de 2001, captura 3 (C3) entre setembro e novembro de 2001, captura 4 (C4) entre março e maio de 2002 e as oito áreas controle realizadas durante a última captura C4*.

Foram feitos modelos de Mantel parcial para relacionar as densidades de *B. lasiurus* em cada uma das coletas (C_i) com a estrutura da vegetação (PCA1 e PCA2), disponibilidade de invertebrados na época da amostragem (DA_i – dados disponíveis somente para as coletas 2, 3 e 4) e a extensão das queimadas da estação seca anterior (EQ_i). Uma nova variável foi adicionada aos modelos para representar o efeito da distância entre parcelas na variável dependente (DIST). As regressões parciais das variáveis independentes foram positivas apenas para as últimas 3 capturas. As disponibilidades de invertebrados e a estrutura da vegetação foram significativas em todos os períodos em que foram medidas (Tabela 2).

Tabela 2. Probabilidades associadas com as hipóteses nulas de não haver efeito das variáveis independentes do teste de Mantel parcial. Foram relacionadas as densidades de *B. lasiurus* nas duas estações secas (C1 e C3) e chuvosas (C2 e C4). DA_2, DA_3 e DA_4 são as disponibilidades de invertebrados para cada estação de captura; PCA1 e PCA2 são os dois primeiros eixos da análise de componentes principais sumarizando a estrutura da vegetação; EQ99, EQ00 e EQ01 são as extensões das queimadas para as estações secas anteriores a cada coleta nas parcelas de savana de Alter do Chão e DIST é a variável criada para retirar o efeito da distância entre parcelas nas diferenças no índice de densidade de *B. lasiurus*.

Variável dependente	DA2	DA3	DA4	PCA1	PCA2	EQ99	EQ00	EQ01	DIST
C1	-	-	-	0.38	0.83	0.73	-	-	0.20
C2	0.001	-	-	0.01	0.15	-	0.98	-	0.63
C3	-	0.001	-	0.77	0.006	-	0.30	-	0.39
C4	-	-	0.002	0.001	0.005	-	-	0.61	0.82

As densidades de *B. lasiurus* foram significativamente relacionadas com a disponibilidade de invertebrados (DA_i) nas últimas três estações de coleta. A média geral da biomassa de invertebrados da segunda estação chuvosa de 2002 (C4 =0,23g) foi aproximadamente a metade da primeira estação chuvosa de 2001 (C2= 0,50g). A estrutura da vegetação no eixo do PCA1 foi significativamente relacionado com a densidade nas estações chuvosas (C2 e C4). O PCA2 foi significativamente relacionado com as densidades para as últimas duas coletas (C3 e C4). Possivelmente, a falta de haver uma relação significativa com a estrutura da vegetação na primeira coleta foi porque a disponibilidade de alimento não foi medido neste período, e a variação, devido a isto, teria aumentado a variação residual. Não houve relação significativa entre os outros fatores para qualquer período de captura (P>0,15 em todos os casos).

3.4. Taxas exponenciais de crescimento populacional (*r*) de *B. lasiurus*

Todos os modelos de regressão para as taxas de crescimento populacional foram significativamente relacionadas á densidade inicial (Tabela 3). As probabilidades relacionadas á disponibilidade de alimento foram também significativas exceto durante a primeira estação seca/chuva (*r* C1/C2, P=0,57). As extensões das queimadas na estação anterior foram significativamente relacionadas com a taxa de crescimento durante as estações seca/chuva (*r* C3/C4, P=0,001) e durante todo o período (*r* C1/C4, P=0,001). A estrutura da vegetação representada pelos eixos 1 e 2 da PCA, foram significativamente relacionadas com a taxa de crescimento entre estações e durante todo o período (P<0,04 em todos os casos) (Tabela 3).

Tabela 3: Probabilidades associadas com as hipóteses nulas de não haver efeito das variáveis independentes do teste de Mantel parcial. As variáveis independentes foram relacionadas às taxas de crescimento populacionais de *B. lasiurus* entre as duas estações de seca e chuva (*r* C1/C2, *r* C3/C4) e chuva/seca (*r* C2/C3), entre anos de coleta (*r* C1/C3, *r* C2/C4) e durante todo o período (*r* C1/C4). D1, D2 e D3 são as densidades em cada período; DA2, DA3 e DA4 são as disponibilidades de invertebrados para cada captura, EQ00, EQ01 são as extensões das queimadas para as estações secas anteriores as coletas; PCA1 e PCA2 são os primeiros dois eixos da análise de componentes principais da estrutura da vegetação e DIST é a variável que foi criada para retirar o efeito da distância entre parcelas sobre a diferença entre as taxas de crescimento em cada caso:

Variável dependente	D1	D2	D3	DA2	DA3	DA4	EQ00	EQ01	PCA1	PCA2	DIST
Sazonais											
r C1/C2	0.001	-	-	0.57	-	-	0.34	-	0.001	0.30	0.36
r C2/C3	-	0.001	-	-	0.02	-	0.85	-	0.43	0.04	0.30
r C3/C4	-	-	0.001	-	-	0.001	-	0.001	0.001	0.33	0.01
Anuais											
r C1/C3	0.001	-	-	-	0.03	-	0.55	-	0.59	0.24	0.02
r C2/C4	-	0.05	-	-	-	0.002	-	0.48	0.32	0.45	0.59
Período de 2000/2002											
r C1/C4	0.001	-	-	0.02	0.09	0.002	0.43	0.001	0.001	0.02	0.08

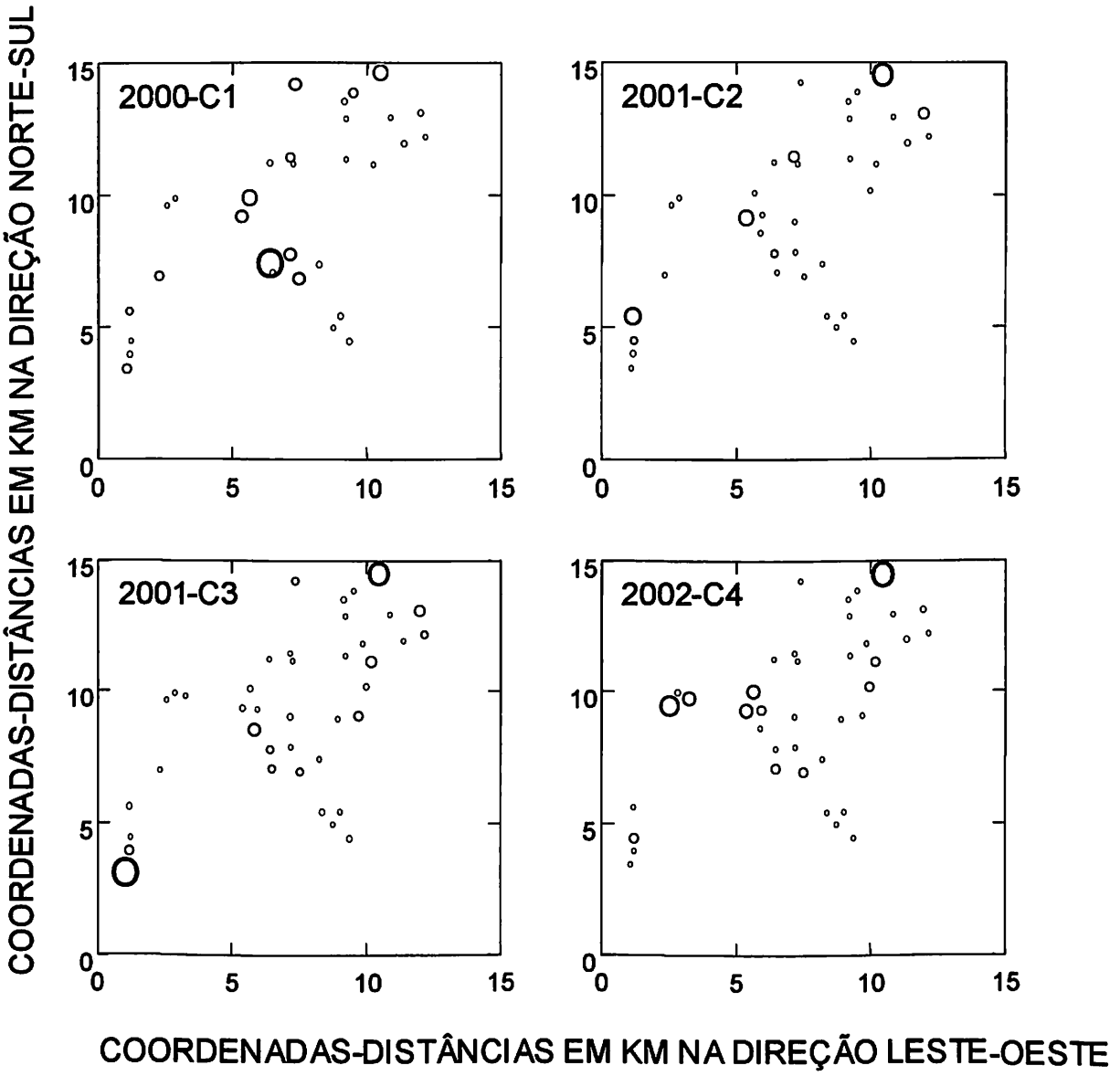

FIGURA 4 : Mapa da distribuição de densidades de *B. lasiurus* para as quatro estações de captura. Maiores densidades apresentam símbolos proporcionalmente maiores.

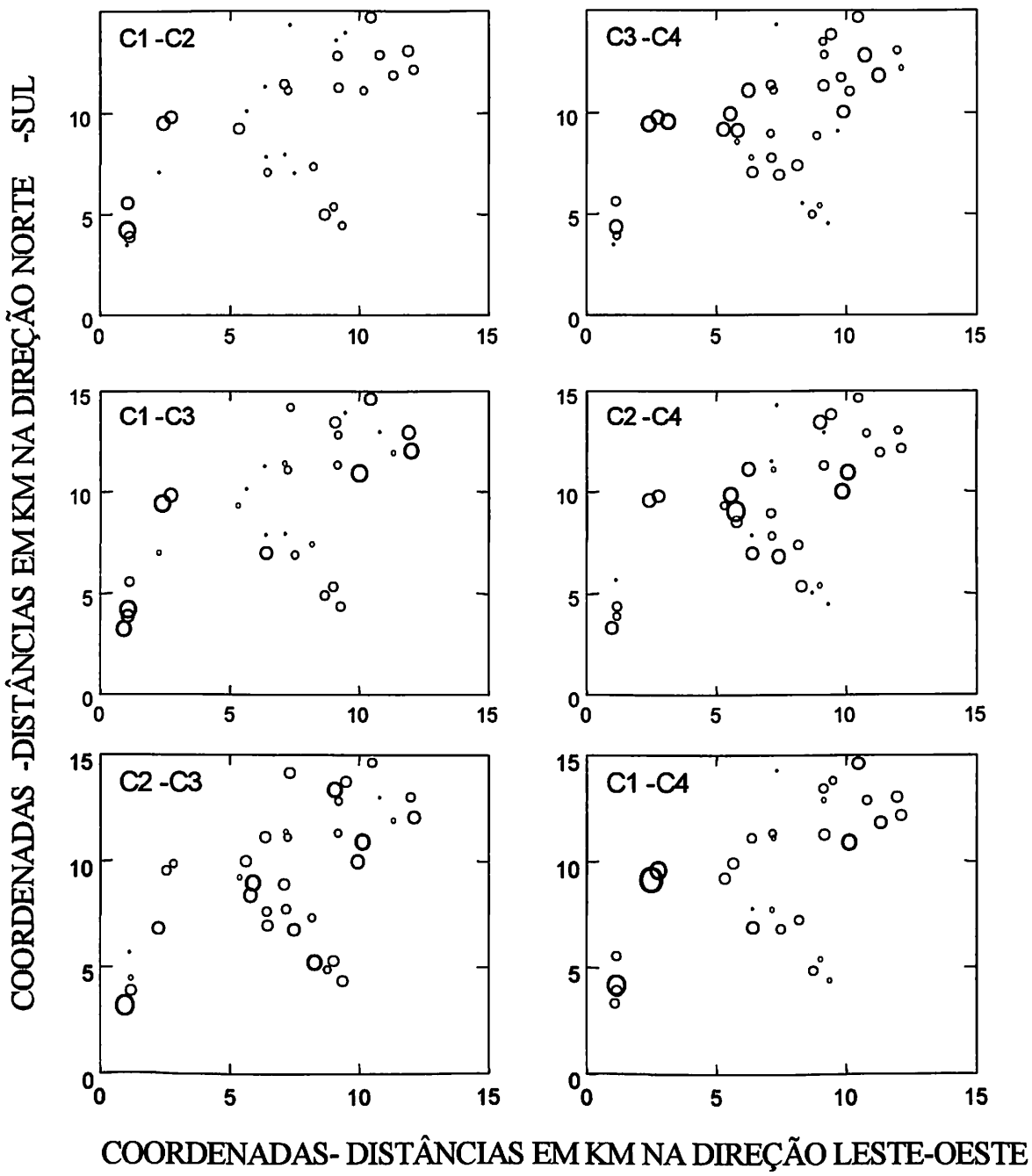

FIGURA 5: Mapas das taxas exponenciais de crescimento de *B. lasiurus* entre as estações, seca/chuva (*r* C1/C2, *r* C3/C4) e chuva/seca (*r* C2/C3), entre estações de seca/seca (*r* C1/C3), chuva/chuva (*r* C2/C4) e durante todo o período de coleta [seca de 2000 a chuva de 2002 (*r* C1/C4)]. Maiores taxas apresentam símbolos proporcionalmente maiores.

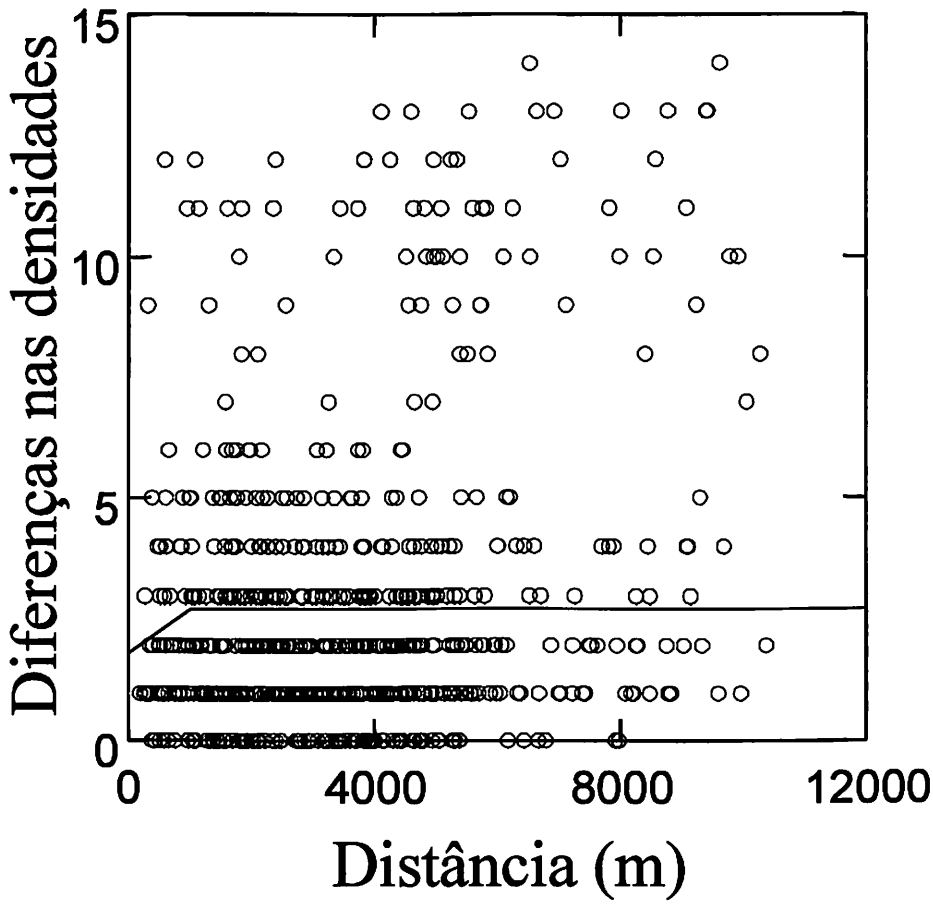

FIGURA 6: Relação entre as diferenças na densidade de *B. lasiurus* na terceira captura na estação chuvosa de 2001 (C3) e as distâncias entre parcelas. As linhas são regressões do ponto de quebra (Wilkinson 1998) que se juntam a 1080 m.

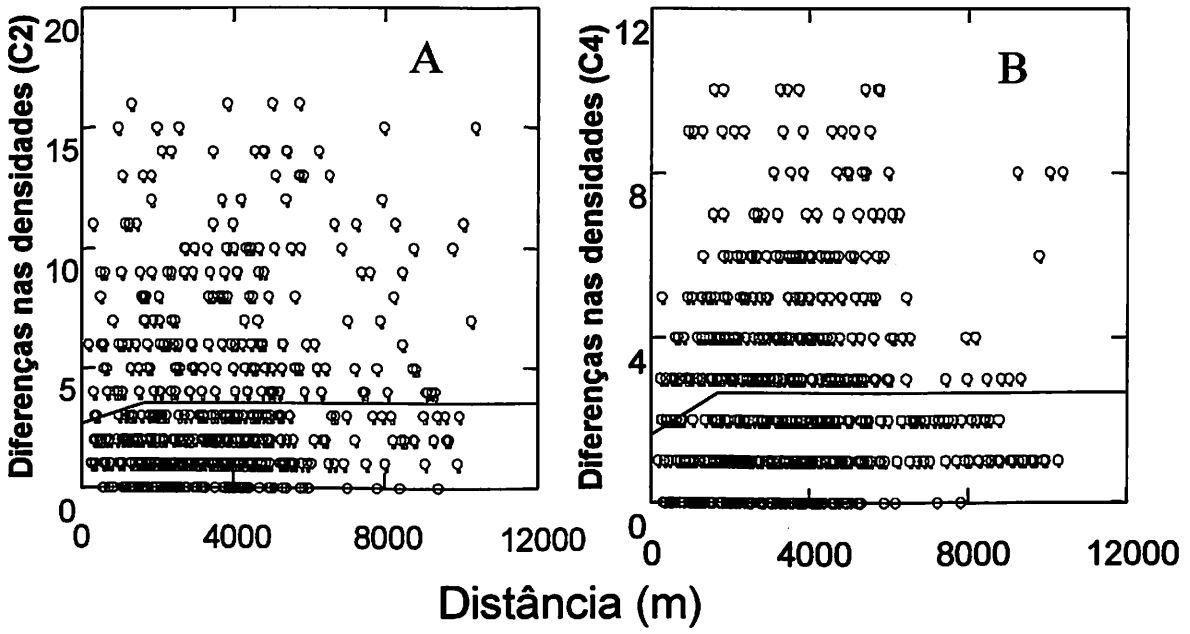

FIGURA 7: Relação entre as diferenças das taxas de crescimento populacional de *B. lasiurus* nas capturas 2 e 4 e as diferenças nas distâncias entre as parcelas. As linhas são regressões do ponto de quebra (Wilkinson 1998) que se juntam a 1630 m para a captura 2 (A) e 1830 m para a captura 4 (B).

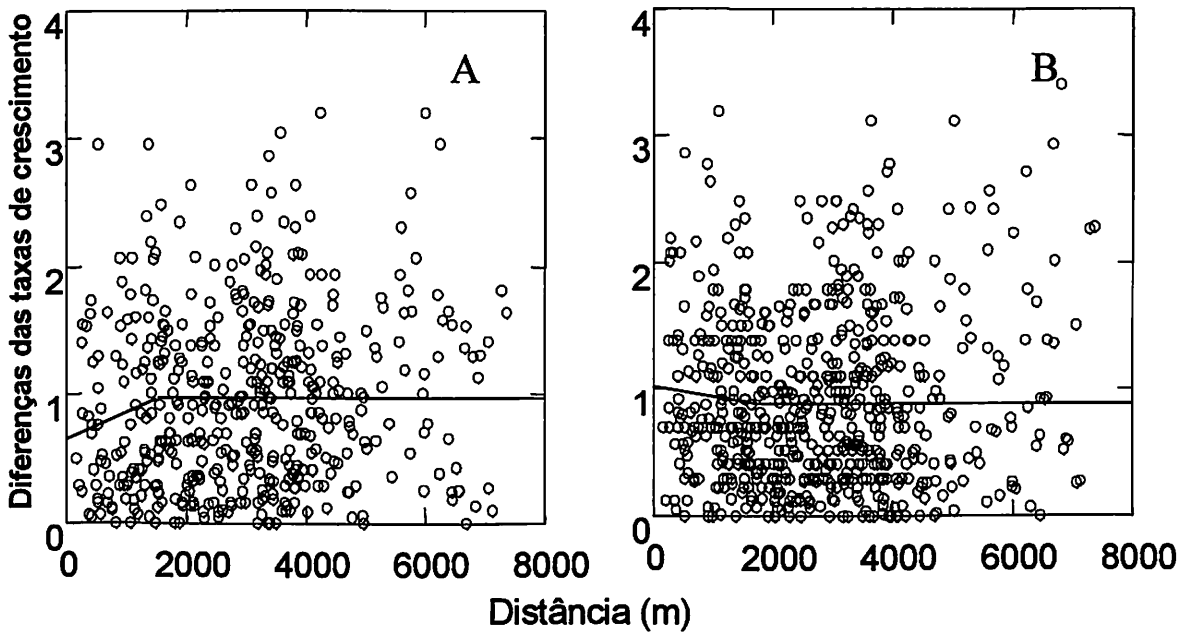

FIGURA 8: Relação entre as diferenças nas taxas de crescimento entre a estação seca de 2000 (C1) e a estação chuvosa de 2001 (*r* C1/C2) (Fig. A), e a estação seca de 2002 (C3) (*r* C2/C3) (Fig. B) e as distâncias entre parcelas. As linhas são regressões de ponto de quebra (Wilkinson 1998) que se encontram em 1600 m e 1720 m respectivamente.

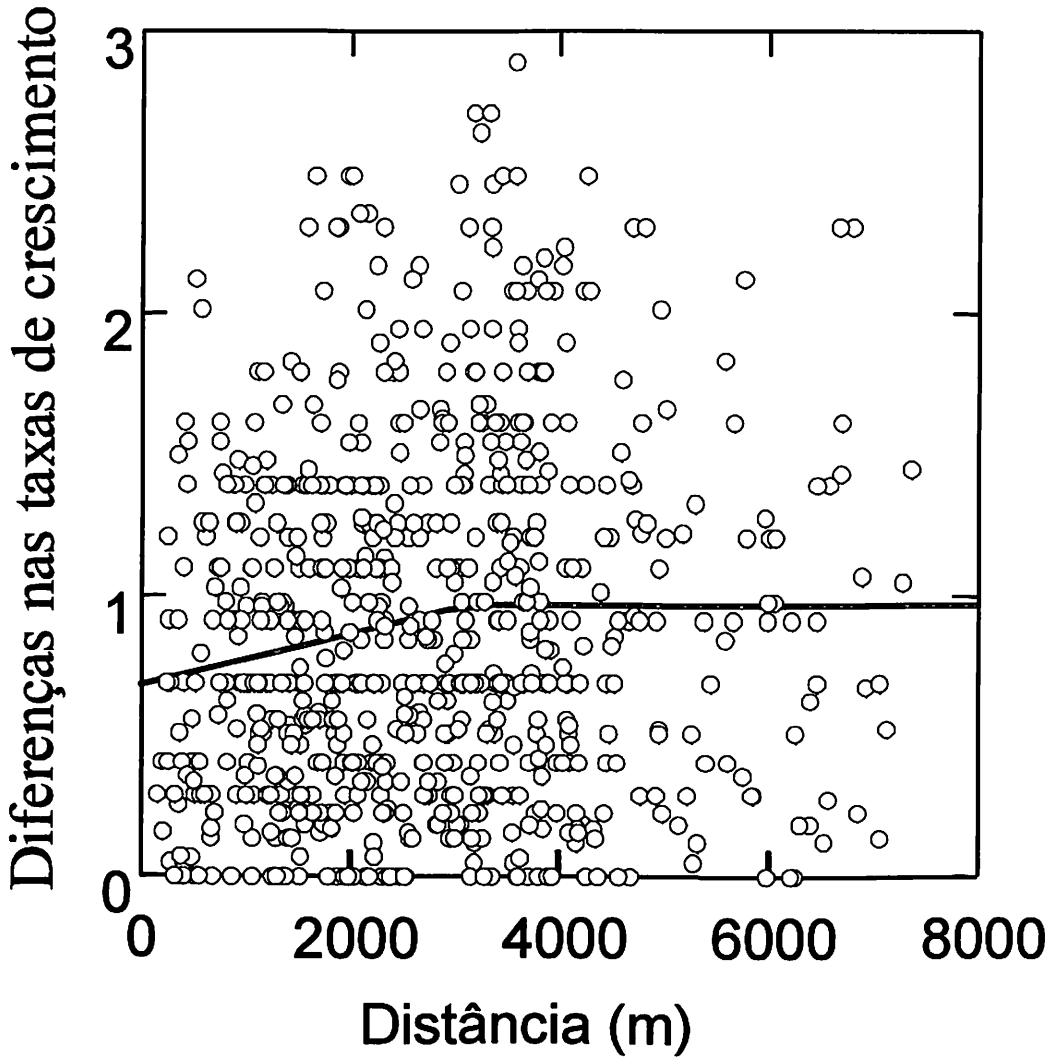

FIGURA 9: Relação entre as diferenças das taxas de crescimento populacional de *B. lasiurus* entre as últimas duas capturas (*r* C3/C4) e as distâncias entre as parcelas. As linhas são regressões do ponto de quebra (Wilkinson 1998) que se juntam em 3340 m.

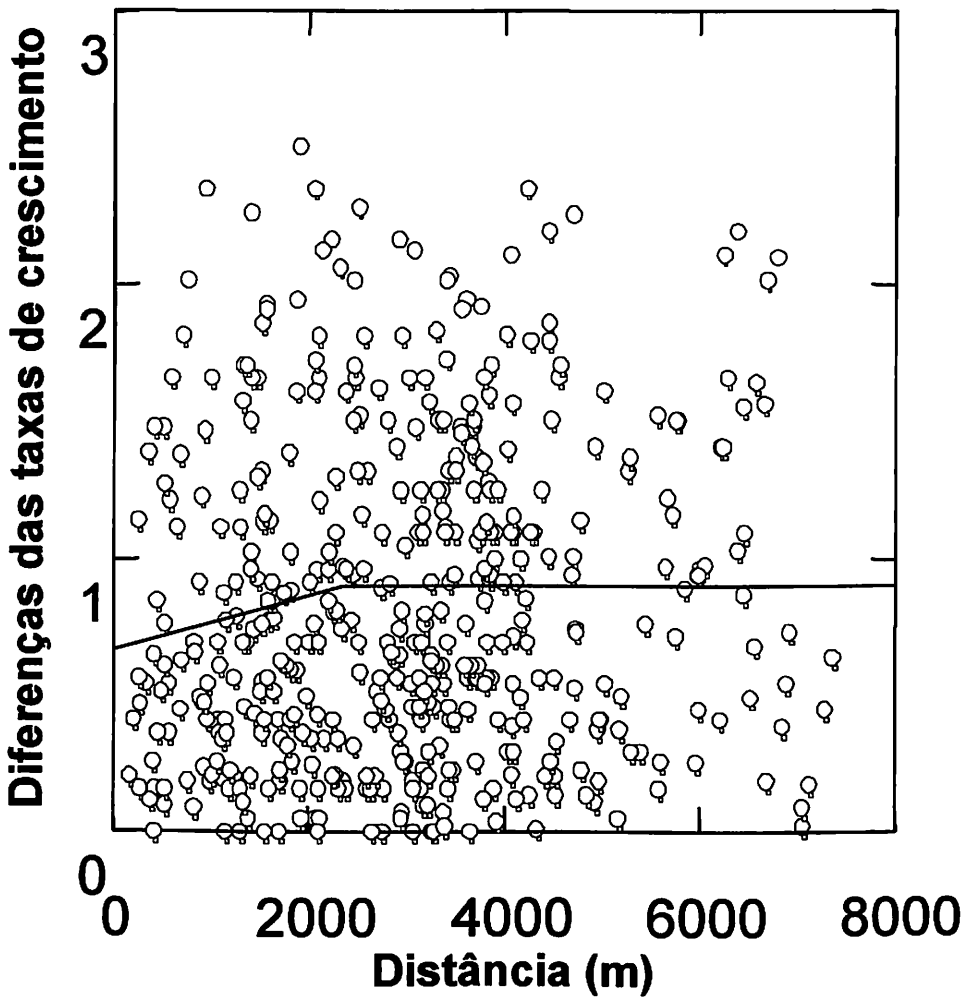

FIGURA 10: Relação entre as diferenças das taxas de crescimento (*r* C1/C3) entre a estação seca de 2000 (C1) e 2001 (C3) e as distâncias entre parcelas. As linhas são regressões do ponto de quebra (Wilkinson 1998) que se juntam a 2450 m.

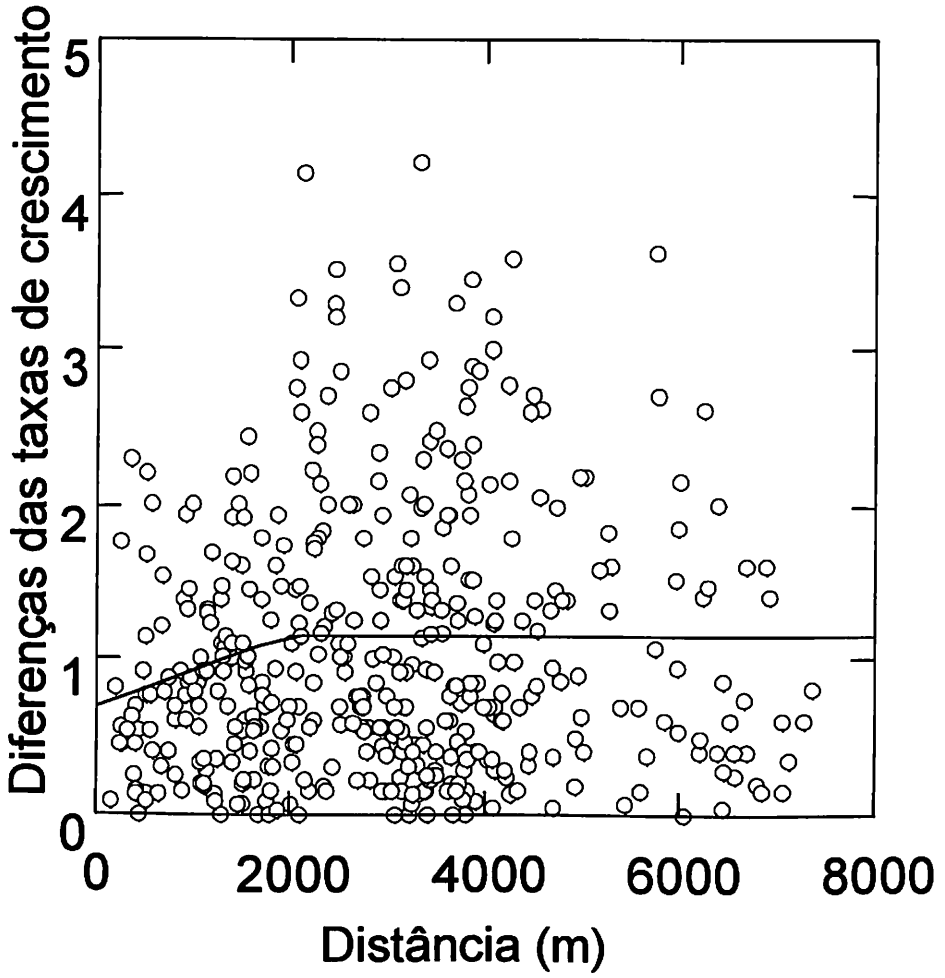

FIGURA 11: Relação entre as diferenças das taxas de crescimento populacionais (*r* C1/C4) entre a estação seca de 2000 (C1) e a estação chuvosa de 2002 (C4) e as distâncias entre parcelas. As linhas são regressões do ponto de quebra (Wilkinson 1998) que se juntam a 2270 m.

4. DISCUSSÃO

As densidades e taxas de crescimento populacional de *B. lasiurus* eram geralmente positivamente autocorrelacionadas até distâncias estimadas entre 1080m a 3340m. A correlação negativa entre as taxas de crescimento e a distância no período entre a chuva de 2001 e a seca de 2002 pode ser devido ao acúmulo dos ratos em locais mais favoráveis, resultando em áreas de alta densidade dissimilares aos locais vizinhos.

Mesmo que as dinâmicas locais sejam relativamente independentes, houve uma queda geral na população. Em praticamente toda a área, a população de *B. lasiurus* caiu para mais da metade entre 2000 e 2002. Layme (2002) atribuiu a queda entre a estação seca de 2000 e estação chuvosa de 2001 a sazonalidade, mas a queda continuou nas amostragens subseqüentes independentemente da estação. A queda na densidade de *B. lasiurus* não pareceu ser efeito da interferência dos pesquisadores. Parcelas amostradas pela primeira vez durante a última captura, próximas a área de estudo, apresentaram densidades semelhantes às das parcelas estudadas durante dois anos.

Muitas vezes é difícil detectar a influência da densidade nas taxas de crescimento populacionais em estudos longitudinais, mas taxas de crescimento relacionadas com a densidade são esperadas para qualquer população que não está aumentando até o infinito ou diminuindo até a extinção (Klemola *et al.* 2001). Neste estudo transversal usando 40 locais, o efeito da densidade foi evidente, entre estações, entre anos, e durante todo o período.

A distância entre as populações é de fundamental importância na sobrevivência da espécie caso haja uma catástrofe, doenças ou escassez de alimento (Johst *et al.* 2002). *Bolomys lasiurus* apresenta forte territorialidade (Magnusson *et al.* 1995). Neste trabalho, como no de Layme (2002), apenas foram recapturados indivíduos nas mesmas parcelas onde foram marcados, demonstrando forte sedentarismo (Karimi *et al.* 1976). Isso demonstra que *B. lasiurus* apresenta pouca dispersão sobre áreas grandes, havendo dinâmicas locais próprias.

Vieira (1999) registrou diminuição na população de *B. lasiurus* depois de queimadas no cerrado do Brasil Central. No entanto, Alho (1981), Gettinger & Ernest (1995), Magnusson *et al.* (1995) e Layme (2002) não constataram qualquer efeito das queimadas sobre as populações de *B. lasiurus*. Neste estudo não foi detectado um efeito do fogo no curto prazo sobre as densidades de *B. lasiurus,* mas as taxas de crescimento foram relacionadas com queimadas na análise de todo o período. Esses resultados variados indicam que queimadas podem afetar as populações á longo prazo, mas que o efeito é sutil em relação aos outros fatores investigados.

Pequenos roedores, são mais influenciados pela estrutura da vegetação ou qualidade do hábitat quando em baixa densidade (Getz et al. 2001; Meserve *et al.* 2001; Turchin & Batzli 2001; Yoccoz *et al.* 2001). Neste estudo, quando a densidade foi a maior registrada, não houve relação entre a estrutura da vegetação e a densidade. No entanto, depois que a população caiu para mais da metade, as relações de densidade e taxas de crescimento foram significativamente relacionados com a estrutura da vegetação. A longo prazo, queimadas também podem afetar a dinâmica populacional de forma mais forte, apesar dos fracos efeitos em curto prazo, pois queimadas alteram a estrutura da vegetação (Sanaiotti & Magnusson 1995; Henriques & Hay 2002).

O fator que apresentou os efeitos mais consistentes nas densidades e taxas de crescimento em todos os períodos foi a disponibilidade de invertebrados, indicando que os invertebrados representam um recurso importante para a população. Disponibilidade de invertebrados é importante para roedores (Lima *et al.* 2001; Meserve *et al.* 2001; Crespin *et al.* 2002), talvez pelo fato de roedores terem alta taxa metabólica (Pough *et al.* 1993) e portanto grande requerimento energético.

Populações de roedores freqüentemente apresentam flutuações bruscas em suas densidades (Mello 1980; Bowman *et al.* 2001; Layme 2002). Oscilações das populações em grandes escalas podem ser causadas por predação (Hanski *et al.* 2001), doenças (Telfer *et al.* 2002), competição intraespecífica (Bjordnstad *et al.* 1999) e competição interespecífica (Hansson 2002). Como não há outro

pequeno mamífero coexistente com *B. lasiurus* nas savanas de Alter do Chão, competição com outros roedores nesse local não é um fator de interferência. Fatores locais podem atuar independente dos fatores em escalas maiores. Neste estudo, foi possível identificar vários fatores influindo na dinâmica de populações numa escala local, mas ainda fica desconhecido o que afeta as flutuações gerais sobre toda a área. Mackinnon *et al.* (2001), estudaram a população de um roedor em várias escalas de distâncias por 2,5 anos e conseguiram determinar os fatores que causaram a diminuição da população em pequenas escalas. Porém não conseguiram determinar a causa da queda da população em toda a área. De forma semelhante ao que ocorreu nesse estudo, fatores que podem estar agindo em uma pequena escala pode ser apenas uma pequena parte do que esteja acontecendo em uma escala mais ampla (Roach *et al.* 2001; Johst *et al.* 2002).

A diminuição na biomassa de invertebrados até aproximadamente metade entre a estação chuvosa de 2001 e 2002, coincidiu com a diminuição na densidade de *B. lasiurus* até aproximadamente 30%, para o mesmo período em toda a área. Isto indica que investigações de longo prazo sobre a dinâmica da disponibilidade de invertebrados, possivelmente relacionado com o clima (Jaksic 2001) seria uma direção produtiva para futuras investigações.

5. LITERATURA CITADA

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. Pp. 143-166 in Mares, M. A. & Genoways, H. H. (eds.) **Mammalian biology in South America**. University of Pittsburgh, Pittsburgh. 539 p.

ALBERNAZ, A. L. K. M., SOARES, R. C., SANAIOTTI, T. M., LIMA, A. & MAGNUSSON, W. E. 1999. Proposta para criação de uma área de proteção ambiental (APA) em Alter do Chão, Santarém/Belterra, Pará.

ALBERNAZ, A. L. K. M. 2001. Zoneamento da região de Alter do Chão, Pará: Planejamento para uma unidade de conservação de uso direto. **Tese de doutorado** INPA/UA. Manaus- AM. 132 p.

ANGERBJÖRN, A., TANNERFELDT, M. & LUNDBERG, H. 2001. Geographical and temporal patterns of lemming population dynamics in Fennoscandia. **Ecography**, 24: 298-308.

AZEVEDO-RAMOS, C., MAGNUSSON, W. E., & BAYLISS, P. 1999: Predation as a key factor structuring tadpole assemblages in a savanna area in central Amazonia. **Copeia**, 1999: 22-33.

BELBIN, L. 1992. PATN: **Pattern Analysis Package**. CSIRO, Camberra, Australia.

BJORNSTAD, D. N.; STENSETH, N. C.; & SAITOH, T. 1999. Synchrony and scaling in dynamics of voles and mice in northern Japan. **Ecology**, 80: 622-637.

BOWMAN, J.; FORBES, G. J. & DILWORTH, T. G. 2001. Spatial and temporal patterns of an irrupting population of deer mice. **Journal of Mammalogy**, 82(2): 567-572.

CALDER, J. A., WILSON, J. B., MAR, A. F. & WARD, G. 1992. Fire succession and reserve management in a New Zealand snow tussock grassland. **Biological Conservation**, 62: 35-45.

CAMUS, P. A.; LIMA, M. 2002. Populations, metapopulations, and the open-closed dilemma: the conflict between operational and natural population concepts. **Oikos**, 97(3): 433-438.

COUTINHO, L. M. 1982. Ecological effects of fire in Brazilian Cerrado. Pp. 273-291 in Huntley, B. J. & Walker, B. H. (eds). **Ecological studies 42: Ecology of tropical savannas**. Springer-Verlag, Berlin.

CRESPIN, L.; VERHAGEN, R.; STENSETH, N. C.; YOCCOZ, N. G.; PRÉVOT-JULLIARD, A. -C. & LEBRETON, J. –D. 2002. Survival in fluctuating bank vole populations: seasonal and yearly variations. **Oikos** 98: 467-479.

DIETZ, J. M. 1983. Notes on the natural history of some small mammals in central Brazil. **Journal of mammalogy**, 64: 521-523.

FONSECA, G. A. B.; HERMANN, G., LEITE, Y. L. R.; MITTERMEIER, R. A.; RYLANDS, A. B., & PATTON, J. L. 1996. Lista Anotada dos Mamíferos do Brasil. **Occasional Papers in Conservation Biology**. N° 4. 38 p.

FORCHHAMMER, M. C.; CLUTTON-BROCK, T. H.; LINDSTROM, J. & ALBON, S.D. 2001. Climatic and population density induce long-term cohort variation in a northern ungulate. **Journal of Animal Ecology** 70 (721- 729).

FORTIN, M.-J. & GUREVITCH, J. 1993. Mantel Tests: Spatial Struture in Field Experiments. Pp. 343- 359 *in* Samuel M. Scheiner & Jessica Gurevitch (eds.) **Design and Analysis of Ecological Experiments**. Chapman & Hall, New York, 445p.

FRANCISCO, A. D. 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: 419-428.

GAINES, M. S.; DIFFENDORFER, J. E.; TAMARIN, R. H. & WHITTAM T. S. 1997. The effects of habitat fragmentation on the genetic structure of small mammal populations. **Journal of Heredity**, 88:294-304.

GETZ, L. L.; HOFMANN, J. E.; McGUIRE, B.; DOLAN, T. W.; 2001. Twenty-five years of population fluctuations of *Microtus ochrogaster* and *M. pennsylvanicus* in three habitats in east-central Illinois. **Journal of Mammalogy**, 82(1): 22-34.

GETTINGER, D & ERNEST, K. A. 1995. Small-mammal community structure and the specificity of ectoparasite associations in central Brazil. **Revista Brasileira de Biologia**, 55 (2): 331-341.

HANSSON, L. 2002. Dynamics and trophic interactions of small rodents: landscape or regional effects on spatial variation? **Oecologia**, 130: 259-266.

HANSKI, I. ; HENTTONEN, H. ; KORPIMAKI, E.; OKSANEN, L. & TURCHIN, P. 2001. Small rodent dynamics and pradation. **Ecology**, 82(6):1505-1520.

HENRIQUES, R. P. B. & HAY, J. D. 2002. Patterns and dynamics of plant populations. Pp. 220 –222 *in* Paulo S. Oliveira & Robert J. Marquis (eds.)**The Cerrados of Brazil- Ecology and Natural History of a Neotropical Savanna**. Columbia University Press, New York. 398 p.

HUITU, O.; NORRDAHL, K & KORPIMAKI, E. 2003. Landscape effects on temporal and spatial properties of vole population fluctuations. **Oecologia** 135: 209-220.

JAKSIC, F. M. 2001. Ecological effects of El Niño in terrestrial ecosystems of western South America. **Ecography** 24: 241-250.

JOHNSON, D. M. & SHERRY, T. W. 2001. Effects of food avaibility on the distribution of migratory warblers among habitats in Jamaica. **Journal of Animal Ecology**, 70: 546-560.

JOHST, K.; BRANDL, R. & EBER, S. 2002. Metapopulation persistence in dynamic landscapes: the role of dispersal distance. **Oikos** 98: 263-270.

KARIMI, Y.; ALMEIDA , C. R. & PETTER, F. 1976. Note sur les Rougeurs du nod-est du Brèsil. **Mammalia**, 40: 258.

KING, R. B. & LAWSON, R. 2001. Patterns of population subdivision and gene flow in three sympatric natricine snakes. **Copeia**, 3:602-614.

KLEMOLA, T. TANHUANPAA, M.; KORPIMAKI, E. & RUOHOMAKI, K. 2002. Specialist and generalist natural enemies as an explanation for geographical gradients in population cycles of northern herbivores. **Oikos** 99: 83-94.

KOHLER, S. L. & HOILAND, W. K. 2001. Population regulation in an aquatic insect: the roles of disease. **Ecology**, 82 (8) 2294-2305.

LAYME, V. M. G. 2002. Influência dos fatores ambientais e antrópicos sobre a

densidade de *Bolomys lasiurus* (Rodentia: Muridae) em manchas de savana de Alter do Chão. **Tese de mestrado**. INPA/FUA, Manaus. 50 p.

LAYME, V. M. G.; LIMA, A. P. & MAGNUSSON, W. E. (No prelo) Effects of fire, food availability, and vegetation of the rodent *Bolomys lasiurus* in an Amazonian savanna. (No prelo) Journal of Tropical Ecology.

LEGENDRE, P. 1993. Spatial autocorrelation: Trouble or new paradigm? **Ecology** 74(6) 1659-1673.

LIMA, M.; JULLIARD, R.; STENSETH, N.C. & JAKSIC, F. M. 2001. Demographic dynamics of a neotropical small rodent (*Phyllotis darwini*): feedback structure, predation and climatic factors. **Journal of animal Ecology** 70 (721-775).

LIMA, M.; MERRITT, J. F. & BOZINOVIC, F. 2002. Numerical fluctuations in the Northern short-tailed shrew: evidence of non-linear feedback signatures on population dynamics and demography. **Journal of Animal Ecology**. 71 (159-172).

MACÊDO, R. H. & MARES, M. 1987. Geographic variation in the South American cricetine rodent *Bolomys lasiurus*. **Journal of Mammalogy**, 68: 578-594.

MACKINNON, J. L.; PETTY, S. J.; ELSTON, D. A.; THOMAS, C. J.; SHERRATT, T. N. & LAMBIN, X. 2001. Scale invariant spatio-temporal patterns of field vole density. **Journal of Animal Ecology**, 70, 101-111.

MANLY, B. F. J. 1997. **RT. A program for randomization testing**. Centre for applications of statistics and Mathematics. University of Otago.

MANTOVANI, W. & MARTINS, F. R. 1990. O método de pontos. **Acta Botânica Brasileira**, 4 (2): 95-122.

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: 179-188.

MAGNUSSON, W. E.; ARAÚJO, M. C.; CINTRA, R.; LIMA, A. P.; MARTINELLI, L. A.; SANAIOTTI, T. M.; VASCONCELOS, H. L. & VICTORIA, R. L. 1999. Contributions of C_3 and C_4 plants to higher trophic levels in an Amazonian savanna. **Oecologia**, 119: 91-96.

MAGNUSSON, W. E.; LIMA, A. P.; FARIA, A. S.; VICTORIA, R. L. & MARTINELLI, L. A. 2001. Size and carbon acquisition in lizards from Amazonian savanna: evidence from isotope analysis. **Ecology**, 82 (6): 1772-1780.

MARINHO-FILHO, J. ; REIS, M. L. ; OLIVEIRA, P. S. ; OLIVEIRA, E. M. ; PAES, M. N. 1994. Diversity standards, small mammal numbers and the conservation of the cerrado biodiversity. **Anais da Academia Brasileira de Ciências**, V. 66 (supl.), p. 149-157.

MELLO, D. A 1980. Estudo populacional de algumas espécies de roedores do Cerrado (norte do município de Formosa, Goiás). **Revista Brasileira de Biologia**, 40: 843-860.

MERRIT, J. F.; LIMA, M. & BOZINOVIC, F. 2001. Seazonal regulation in fluctuating small mammal populations: feedback structure and climate. **Oikos**, 94: 505-514.

MESERVE, P. L.; MILSTEAD, W. B. & GUTIERREZ, J. R. 2001. Results of food addition experiment in a north-central Chile small mammal assemblage: evidence for the role of "bottom-up" factors. **Oikos** 94: 548-556.

MIRANDA, I. S. 1991. Estrutura e fenologia de uma comunidade arbórea da savana amazônica de Alter do Chão, Pará. **Tese de Mestrado**. INPA/FUA, Manaus. 129 p.

NITIKMAN, L. Z. & MARES, M. A. 1987. Ecology of small mammals in a gallery forest of Central Brasil. **Annals of Carnegie Museum**, 56 (2):75-95.

NORRDAHL, K. & KORPIMÄKI, E. 2002. Changes in individual quality during a 3-year population cycle of voles. **Oecologia**, 130: 239-249.

PASCUAL, M.; MAZZEGA, P. & LEVIN, S. A. 2001. Oscillatory dynamics and spatial scale: The role of noise and unresolved pattern. **Ecology**, 82 (8): 2357-2369.

PEREIRA, L. A. 1982. Uso ecológico do espaço de *Zygodontomys lasiurus* (Rodentia, Cricetinae) em habitat natural de cerrado do Brasil central. **Tese de mestrado**. Universidade de Brasília. Brasília. 128 pp.

POUGH, H. F.; HEISER, J. B.; McFARLAND, W.N. 1993. **A vida dos vertebrados.** Atheneu Editora São Paulo, São Paulo, Brasil. 876p.

RICKLEFS, R. E. 1996. **A economia da natureza**. 3ª edição. Guanabara Koogan, Rio de Janeiro, Brasil. 470 p.

ROACH, J. L.; STAPP, P.; HORNE, B. V. & ANTOLIN, M. F. 2001. Genetic structure of a metapopulation of black-tailed prairie dogs. **Journal of mammalogy**, 82(4): 946-959.

SANAIOTTI, T. M. 1987. Área de vida de *Formicivora rufa* em savana amazônica, Alter do Chão – PA. **Tese de Mestrado**. INPA/FUA, Manaus.

SANAIOTTI, T. M. & MAGNUSSON, W. E. 1995. Effects of annual fires on the production of fleshy fruits used by birds in Brazilian Amazonian savanna. **Journal of Tropical Ecology**, 11: 53-65.

SCHOENER, T. W. 1974. Resource partitioning in ecological communities. **Science**, 185:27-39.

SOUTHWOOD, T. R. E. 1966. **Ecological Methods**. Methuen, London, U. K.

SOUZA, M. J. & ALHO, C. J. R. 1980. Distribuição espacial do roedor silvestre *Zygodontomys lasiurus* em habitat natural do cerrado. **Brasil Florestal**, 44: 31-74.

SOUZA, C. M. 2002. Efeito da fragmentação florestal sobre a distribuição de pequenos mamíferos na Amazônia central. **Tese de Mestrado**. INPA/FUA, Manaus.

STEEN, H.; INNS, R. A. & SONERUD, G. A. 1996. Spatial and Temporal patterns of small rodent population dynamics at a regional scale. **Ecology**, 77 (8) 2365-2372.

TELFER, S.; BENNETT, M.; BOWN, K.; CAVANAGH, R.; CRESPIN, L.; HAZEL, S.; JONES, T. & BEGON, M. 2002. The effects of cowpox virus on survival in natural rodent populations: increases and decreases. Journal of Animal **Ecology**, 71: 558-568.

TURCHIN, P. & BATZLI, G. O. 2001. Availability of food and the population dynamics of arvicoline rodents. **Ecology**, 82(6): 1521-1534.

VALLE, C. M. C.; ALVES, M. C.; SANTOS, I. B., & VAREJÃO, J. B. M. 1982. Observação sobre a dinâmica de populações de *Zigodontomys lasiurus* (Lund, 1841), *Calomys expulsus* (Lund, 1841) e *Oryzomys subflavus* (Wagner, 1842)

BIBLIOTECA DO IEPA

em vegetação de cerrado no Vale do Rio das Velhas (Prudente de Morais, Minas Gerais, Brazil – 1981) Rodentia = Cricetidae. **Lundiana**, 1982: 70-83.

VIEIRA, E. M. 1999. Small mammal communities and fire in the Brazilian Cerrado. **Journal of Zoology**, 249: 75-81.

VILJUGREIN, H.; LINGAERDE, D. C.; STENSETH, N. C. & BOYCE, M. S. 2001. Spatio-temporal patterns of mink and muskrat in Canada during a quarter century. **Journal of Animal Ecology**, 70: 671-682.

WILKINSON, L. 1998. **SYSTAT: the system for statistics**. SYSTAT Inc., Evanston. 822 p.

YOCCOZ, N. G.; STENSETH, N. C.; HENTTONEN, H. & JULLIARD, A C. P. 2001. Effects of food addition on the seasonal density-dependent structure of bank vole *Clethrionomys glareolus* populations. **Journal of Animal Ecology** 70: 713: 720.

ANEXO 1

Número de capturas e recapturas das parcelas controle amostradas na última estação (março/maio 2002).

Parcelas	N	Recaptura (2 dias de coletas)
41	0	0
42	0	0
43	1	0
44	2	2
45	3	1
46	0	0
47	0	0
48	0	0

ANEXO 2

Número de capturas por estação de captura em cada parcela.

(-) Parcelas que não foram amostradas

Parcelas	Captura 1	Captura 2	Captura 3	Captura 4
1	1	3	2	8
2	13	11	3	6
3	-	-	2	6
4	1	6	2	4
5	10	1	14	2
6	6	0	0	1
7	6	3	4	4
8	7	3	3	0
9	1	2	1	3
10	3	3	1	0
11	10	1	2	-
12	14	3	4	0
13	10	1	1	1
14	-	-	5	0
15	6	2	2	0
16	-	0	3	0
17	6	5	5	2
18	8	12	3	2
19	5	2	1	0
20	10	8	2	1
21	-	0	2	4
22	17	2	3	6
23	-	2	7	2
24	-	2	3	1
25	14	2	4	4
26	27	6	4	1
27	14	3	2	1
28	6	2	1	1
29	6	0	3	1
30	17	16	12	10
31	-	-	2	1
32	-	1	3	4
33	-	-	1	0
34	4	2	1	1
35	5	3	0	1
36	6	4	1	3
37	3	1	6	4
38	7	8	6	3
39	3	2	4	1
40	5	3	1	0