

Ecologia e História Natural de Tatus do Cerrado de Itirapina,

São Paulo (Xenarthra: Dasypodidae)



Aluno: Vinícius Bonato

Este exemplar corresponde à redação final da tese defendida pelo(a) candidato (a)
<u>Vinícius Bonato</u>
e aprovada pela Comissão Julgadora.

*Sérgio Furtado dos Reis*

Dissertação apresentada ao Instituto de Biologia da Universidade Estadual de Campinas, Unicamp, para a obtenção do título de Mestre em Ecologia.

Orientador: Sérgio Furtado dos Reis

Co-orientadora: Cibele Queiroz da Silva

Campinas  
Março - 2002

NIDADE 3e  
1ª CHAMADA T/UNICAMP  
B64e  
EX  
OMBO BC/ 50080  
ROC 16-837/02  
D X  
PREÇO R\$ 11,00  
DATA 30/07/02  
Vº CPD

CM00171048-4

IB ID 248372

**FICHA CATALOGRÁFICA ELABORADA PELA  
BIBLIOTECA DO INSTITUTO DE BIOLOGIA — UNICAMP**

**B64e**

**Bonato, Vinícius**

Ecologia e história natural de tatus do Cerrado de Itirapina, São Paulo  
(Xenarthra: Dasypodidae)/Vinícius Bonato.--  
Campinas, SP:[s.n.], 2002

Orientador: Sérgio Furtado dos Reis

Co-orientadora: Cibele Queiroz da Silva

Dissertação (mestrado) – Universidade Estadual de Campinas.  
Instituto de Biologia

1.Cerrado. 2.Ecologia. 3.História natural. I. Reis, Sérgio Furtado  
dos. II. Silva, Cibele Queiroz da. III. Universidade Estadual de  
Campinas. Instituto de Biologia. IV. Título.

Campinas, 5 de março de 2002.

Banca Examinadora:

Prof Dr. Sérgio Furtado dos Reis (orientador) Sérgio Furtado dos Reis

Prof. Dr. Emygdio L. A. Monteiro-Filho Emygdio L. A. Monteiro-Filho

Prof. Dr. Wesley Augusto Conde Godoy Wesley Augusto Conde Godoy

Prof. Dr. André Victor Lucci Freitas André Victor Lucci Freitas

0224920

## "JORGE DA CAPADÓCIA"

*Letra: Jorge Ben*

Jorge sentou praça na cavalaria  
E eu estou feliz porque eu também  
sou da sua companhia

Eu estou vestido com as roupas  
e as armas de Jorge.  
Para que meus inimigos tenham pés  
e não me alcancem.  
Para que meus inimigos tenham mãos  
e não me toquem.  
Para que meus inimigos tenham olhos  
e não me vejam.  
E nem mesmo um pensamento  
eles possam ter para me fazerem mal

Armas de fogo  
meu corpo não alcançarão  
Facas e espadas se quebrem  
sem o meu corpo tocar.  
Cordas e correntes arrebentem  
sem o meu corpo amarrar.  
Pois eu estou vestido  
com as roupas e as armas de Jorge

Jorge é de Capadócia  
Salve Jorge!  
Salve Jorge!

Jorge é de Capadócia  
Salve Jorge!  
Salve Jorge!

Dedicada a pessoa mais  
especial que já conheci:  
meu avô *Hugo Osterkamp*

## Agradecimentos...

A minha mãe, Traudi, por toda a batalha vivida para criar seus filhos, por todo carinho e dedicação me oferecidos e por ter me dado a possibilidade de estudar. Que esta dissertação seja vista como um fruto originado de pequenas sementes plantadas há muito tempo e regadas sempre com muito amor por ela.

A todos meus familiares, em especial, meus irmãos Felipe e Rafael, meu tio Theobaldo e meu padrasto Gesser por terem sempre confiado em mim e por terem compreendido meus momentos de ausência.

A Flavinha pela sua companhia, amor e carinho inestimáveis e por ter me ensinado que mesmo nos caminhos mais tortuosos existe uma rosa para se apreciar.

A meu amigo e orientador Sérgio, por ter me incentivado nos estudos e por ter dividido comigo momentos de muita irmandade.

Ao pessoal da casinha, Ana, Patrícia e Bel por toda a confiança e companhia. Em especial, ao parceiro Dudu pela valiosa amizade, companheirismo e ajuda mascante no campo.

A Profa. Dra. Cibele Queiroz da Silva (UFMG) pela co-orientação e ajuda nas análises estatísticas da dissertação.

Aos membros da banca Profs. Drs. Emygdio L. A. Monteiro-Filho e Wesley Augusto Conde Godoy pelas sugestões feitas à dissertação. Em especial, ao Dr. André Victor Lucci Freitas (Bakuzinho) pela leitura crítica do texto e por tudo que tem me ensinado desde que entrei na Universidade.

A todo o clubinho do Museu: Kayna, Karina, Sam, Beth, Rol, Kátia, Ari e Jean por toda a convivência e por todos os momentos de vitórias e derrotas vividos juntos. Particularmente, agradeço a Fátima por ser tão especial e amiga, por ter me ouvido várias vezes em seu divã e por ser minha secretária número 1 e ao mano Glauco pela ajuda implacável no campo e por toda a camaradagem e irmandade compartilhada nesses anos materializada no suco de limão da Serra de Paranapiacaba.

Ao Prof. Jorge Tamashiro do Departamento de Botânica da Unicamp, por ter ajudado na identificação dos frutos consumidos pelos tatus.

Ao pessoal de Itirapina pela ajuda no campo e por terem me dado a oportunidade de trabalhar lá: Ricardo, Cinthia, Mara, Márcio, Ermê, Ellen, Pirata, Toza, Ligia, Grazi, Felipe, Carol e ao Instituto Florestal de Itirapina e seus funcionários: Denise, Clóvis, Gilson e Dona Isabel.

A Fundação de Amparo à Pesquisa do Estado de São Paulo (FAPESP) pela bolsa de Mestrado e auxílio financeiro para desenvolvimento e execução do projeto (Processo nº 00/01371-2).

E aos Racionais MCs (...não vou trair quem eu fui, quem eu sou...), ao Thaide e DJ Hum (...humildade e coragem são nossas armas para lutar...) e ao Rappa (...assim você não curte o brilho intenso da manhã...) por terem me mostrado o caminho.

## Índice

Introdução Geral	01
Objetivos Gerais	03
Área de estudo	05
Capítulo 1: <i>História natural dos tatus do Cerrado de Itirapina</i>	11
1.1 Introdução	11
1.2 Métodos de captura	14
1.2.1 Armadilhas de interceptação e queda	14
1.2.2 Capturas e avistamentos ocasionais	17
1.3 Coleta e análise dos dados	17
1.3.1 Ocorrência dos tatus nas fisionomias	18
1.3.2 Itens alimentares	18
1.3.2.1 Disponibilidade de presas	21
1.3.3 Atividade diária e anual	22
1.4 Resultados	23
1.4.1 Ocorrência dos tatus nas fisionomias	23
1.4.2 Itens alimentares	26
1.4.3 Atividade diária e anual	33
1.5 Discussão	38
Capítulo 2: <i>Ecologia populacional dos tatus do Cerrado de Itirapina</i>	45
2.1 Introdução	45
2.2 Métodos de captura	51
2.2.1 Armadilhas de interceptação e queda	51
2.2.2 Capturas ocasionais	51
2.3 Coleta e análise de dados	52
2.4 Marcação	54
2.5 Estimativas do tamanho populacional	56
2.6 Resultados	57
2.7 Discussão	61
Conclusão Geral	67
Bibliografia Citada	69

## Índice de Figuras

- Figura 1** - Espécies de tatus encontradas na Estação Ecológica do Cerrado de Itirapina, SP. (A) *Cabassous unicinctus*, (B) *Dasypus septemcinctus*, (C) *Dasypus novemcinctus*, (D) *Euphractus sexcinctus*; **pág. 4.**
- Figura 2** - Vista aérea da área de estudo e arredores; **pág. 7.**
- Figura 3** - Fisionomias da área de estudo onde os tatus foram capturados. (A) Campo Sujo; (B) Campo Cerrado; (C) Mata de Galeria; **pág. 8.**
- Figura 4** - Climatograma da Estação Ecológica de Itirapina; **pág. 9.**
- Figura 5** - Mapa do Brasil com a distribuição original do bioma Cerrado; **pág. 10.**
- Figura 6** - (A) Armadilha de interceptação e queda instalada na fisionomia de mata de galeria; (B) Vista lateral e dimensões das armadilhas; (C) Vista superior de uma linha de armadilhas; **pág. 16.**
- Figura 7** - Ocorrência de duas espécies de tatus nas diferentes fisionomias do Cerrado de Itirapina; **pág. 25.**
- Figura 8** - Variações na dieta de *C. unicinctus* entre as estações do ano; **pág. 29.**
- Figura 9** - Variações na dieta de *E. sexcinctus* entre as estações do ano; **pág. 30.**
- Figura 10** - Horário de atividade dos tatus na Estação Ecológica de Itirapina; **pág. 35.**
- Figura 11** - Atividade anual das espécies de tatus de Itirapina; **pág. 35.**
- Figura 12** - Correlação entre a disponibilidade de invertebrados de chão de mata com a atividade anual de *E. sexcinctus*; **pág. 36.**
- Figura 13** - Período reprodutivo das espécies *C. unicinctus* e *E. sexcinctus* em Itirapina; **pág. 37.**
- Figura 14** - Esquema de uma ocasião amostral para as estimativas de tamanho populacional dos tatus do Cerrado de Itirapina; **pág. 53.**
- Figura 15** - Marcação realizada nos tatus capturados no Cerrado de Itirapina; (A) Brincos numerados; (B) Fita adesiva reflexiva; **pág. 55.**
- Figura 16** - Razão sexual das populações de *C. unicinctus* e *E. sexcinctus* do Cerrado de Itirapina; **pág. 59.**
- Figura 17** - Estrutura etária das populações de *C. unicinctus* e *E. sexcinctus* do Cerrado de Itirapina; **pág. 60.**

## Índice de Tabelas

Tabela 1 – Itens alimentares comidos pelos tatus do Cerrado de Itirapina; págs. 31-32.

## Resumo

A família dos tatus (Dasypodidae) é a mais diversificada em número de espécies, distribuição geográfica e hábitos alimentares dentro da ordem. Entretanto, o conhecimento da história natural e ecologia populacional dos tatus provém, em geral, de estudos realizados com *Dasypus novemcinctus* nos EUA. Este estudo foi realizado na Estação Ecológica de Itirapina, São Paulo, uma área que apresenta três fisionomias da vegetação de Cerrado: campo sujo, campo cerrado e matas de galeria. Nesta área, ocorrem as espécies de tatus *Cabassous unicinctus*, *D. novemcinctus*, *D. septemcinctus* e *Euphractus sexcinctus*. Os objetivos deste projeto foram estudar a ocorrência destas espécies em cada uma das fisionomias, os itens alimentares utilizados durante as estações do ano, o horário e época de atividade e a estrutura da população, incluindo razão sexual, estrutura etária e estimativa do tamanho populacional de duas espécies. Armadilhas de interceptação e queda, além de capturas e avistamentos ocasionais foram utilizados para o registro dos animais. As espécies *C. unicinctus* e *E. sexcinctus* ocorreram em proporções maiores do que o esperado nas fisionomias de campo cerrado e mata de galeria. Invertebrados foram os itens mais freqüentes na dieta das espécies *C. unicinctus*, *E. sexcinctus* e *D. septemcinctus*. Vertebrados estiveram presentes somente nas amostras de *E. sexcinctus*. Os itens de origem vegetal foram encontrados para as espécies *C. unicinctus* e *E. sexcinctus*. *Cabassous unicinctus* tem um grau de especialização na dieta muito maior do que a espécie *E. sexcinctus*. Os tatus da espécie *C. unicinctus* foram ativos durante o dia. Já os indivíduos de *E. sexcinctus* foram registrados em atividade durante todos os horários. A razão sexual em *C. unicinctus* não foi desviada para nenhum dos sexos. Para a espécie *E. sexcinctus* a proporção de machos capturados foi muito maior que a proporção de fêmeas. Os tatus capturados foram em sua maioria adultos para as quatro espécies. Para *C. unicinctus*, a estimativa de tamanho populacional na área de estudo (500 ha) foi de 133 indivíduos (EP = 19,79). Para a espécie *E. sexcinctus*, o tamanho populacional estimado foi de 68 indivíduos (EP = 14,77).

## Abstract

Armadillos of the family Dasypodidae are the most diverse in number of species, geographic range and feeding habits amongst the order Xenarthra. Knowledge of the natural history and population ecology for armadillos is derived primarily from work conducted with *Dasypus novemcinctus* in the U.S.A. The present study was carried out at the Estação Ecológica de Itirapina, São Paulo, which includes three Cerrado vegetation types: campo sujo, campo cerrado e mata de galeria. In the area studied four species of armadillos occur, *Cabassous unicinctus*, *D. novemcinctus*, *D. septemcinctus* and *Euphractus sexcinctus*. The aims of this project were to study the occurrence of these species in each of vegetation types, food items consumed throughout the year, temporal activity patterns, age structure, sex ratio, and also to estimate population size of two species, *C. unicinctus* and *E. sexcinctus*. Individual armadillos were trapped with pitfall traps with drift fence, capture by hand or sighted. *Cabassous unicinctus* and *E. sexcinctus* occurred in proportion greater than expected in campo cerrado and mata de galeria vegetation types. Invertebrates were the most frequent item consumed by *C. unicinctus*, *E. sexcinctus*, and *D. septemcinctus*. Vertebrates were consumed only by *E. sexcinctus*. Plant material was consumed by *C. unicinctus* and *E. sexcinctus*. *Cabassous unicinctus* has a more specialized diet than *E. sexcinctus*. *Cabassous unicinctus* were active during the day whereas *E. sexcinctus* were active during the night and day. Sex ratio in *C. unicinctus* was not biased for either sex. In *E. sexcinctus* males were more frequent than females. Most armadillos captured were adults in all four species. Size population estimates for *C. unicinctus* was 133 individuals (S.E. = 19.79) and for *E. sexcinctus* was 68 individuals (S.E. = 14.77) in the study area (500 ha).

## Introdução Geral

A ordem Xenarthra (xeno = peculiar; arthra = articulação) é representada atualmente pelos tatus, preguiças e tamanduás (Engelmann, 1985; Nowak, 1991). Os estudos sobre a evolução dos Xenarthra demonstram que este grupo surgiu há pelo menos 75 milhões de anos e parece ser o mais basal entre os mamíferos placentários atuais (Engelmann, 1985; Jong *et al.*, 1985; Sarich, 1985). A hipótese dos Xenarthra serem um grupo monofilético dentro do clado Mammalia é corroborada, basicamente, devido às seguintes características: presença de uma articulação peculiar nas vértebras, presença dos ossos ílio e ísquio conectados ao osso sacro e reversão ao estado de homodontia, com esmalte de cobertura reduzido nos dentes, quando estes estão presentes (Glass, 1985). Esta ordem possui atualmente 29 espécies reconhecidas e agrupadas em quatro famílias: Dasypodidae (tatus), Myrmecophagidae (tamanduás), Megalonychidae e Bradypodidae (preguiças) (Wetzel, 1985*b*; Nowak, 1991; Emmons & Feer, 1997).

Dentre os Xenarthra, a família Dasypodidae é a mais diversificada em número de espécies e distribuição geográfica, com 20 espécies ocorrendo do sul da América do Sul até o sul dos Estados Unidos (Nowak, 1991; Gardner, 1993). No Brasil, os tatus ocorrem em diferentes biomas, como Mata Atlântica, Cerrado, Amazônia, Pampas e Caatinga (Wetzel, 1985*b*). No Cerrado do estado de São Paulo, seis espécies de tatus podem ocorrer: *Cabassous unicinctus*, *C. tatouay*, *Dasypus novemcinctus*, *D. septemcinctus*, *Euphractus sexcinctus* e *Priodontes maximus*

(Wetzel, 1985*b*). Todavia, os estudos sobre ecologia dos mamíferos do Cerrado brasileiro estão, essencialmente, em sua fase inicial (Alho, 1994; Wetzel, 1985*a*).

A maior parte do conhecimento atual sobre os tatus provém da espécie *Dasypus novemcinctus*, a única da família com distribuição até os Estados Unidos, onde vários estudos ecológicos foram realizados. Para esta espécie, já são conhecidos os hábitos alimentares, biologia reprodutiva e padrões de atividade (Baker, 1943; Clark, 1951; Layne & Glover, 1977, 1985; Breece & Dusi, 1985; Sikes *et al.*, 1990; Storss *et al.*, 1988; Wirtz *et al.*, 1985), além de informações sobre seu comportamento (Denson, 1979; Loughry & McDonough, 1994; McDonough, 1994, 1997; McDonough & Loughry, 1995), genética (Moncrief, 1988), estrutura etária, razão sexual, padrões de distribuição espacial e fatores de mortalidade dos indivíduos (Loughry & McDonough, 1996; McDonough, 1992; McDonough & Loughry, 1997*a,b*).

## Objetivos gerais

O presente estudo é parte do projeto “Ecologia dos Cerrados de Itirapina” desenvolvido na Estação Ecológica do Instituto Florestal de Itirapina (SP), que envolve o levantamento das espécies de lagartos, serpentes, anfíbios e mamíferos, assim como pesquisas de natureza auto-ecológica e estudos de populações e comunidades desses organismos (<http://eco.ib.usp.br/labvert/SiteItirapina/iti.htm>). Devido à limitada informação biológica de dasipodídeos neotropicais disponível na literatura, este projeto tem como objetivo estudar a ecologia e a história natural de quatro espécies de tatus encontradas nesta área de Cerrado (Figura 1): *Cabassous unicinctus* ( $\cong 3,5$  kg), *Dasybus novemcinctus* ( $\cong 5,5$  kg), *D. septemcinctus* ( $\cong 1,0$  kg) e *Euphractus sexcinctus* ( $\cong 5,5$  kg; Nowak, 1991).

Esta dissertação está dividida em dois capítulos, sendo que no primeiro capítulo é discutido a história natural das quatro espécies de tatus do Cerrado de Itirapina, abordando frequência de ocorrência dos organismos em cada fisionomia, dieta, horário e época de atividade e condições reprodutivas. O segundo capítulo versa sobre a estimativa de tamanho populacional, razão sexual e estrutura etária das duas espécies mais abundantes na área de estudo, *C. unicinctus* e *E. sexcinctus*.

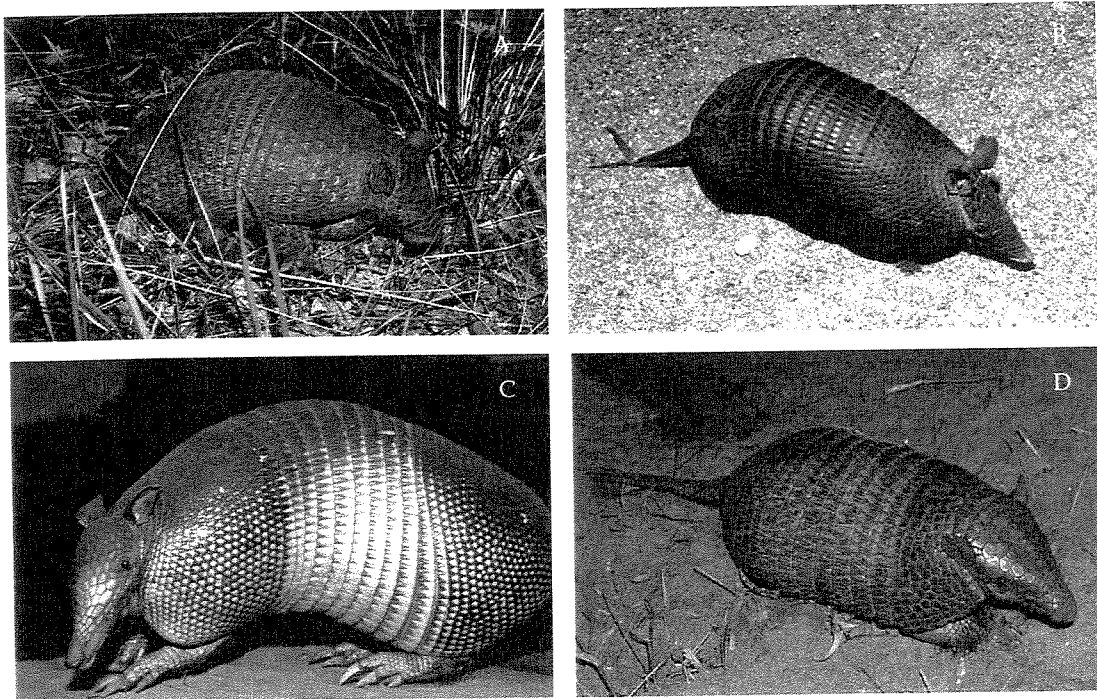


Figura 1 - Espécies de tatus encontradas na Estação Ecológica do Cerrado de Itirapina, SP.

(A) *Cabassous unicinctus*; (B) *Dasypus septemcinctus*; (C) *D. novemcinctus*; (D) *Euphractus sexcinctus* (Fotos: R. J. Sawaya).

## Área de estudo

O estudo foi desenvolvido na Estação Ecológica do Instituto Florestal de Itirapina (Figura 2), estado de São Paulo, localizada nos municípios de Itirapina e Brotas (22°15' S; 47° 49' W). A área total da reserva é de cerca de 4.500 ha de vegetação natural de Cerrado (Gianotti, 1988). Este estudo foi realizado em uma pequena parcela (500 ha) da reserva particularmente interessante por apresentar três diferentes fisionomias de Cerrado (*cf.* Coutinho, 1978): campo sujo (75,8 % da área), campo cerrado (16,2 %) e matas de galeria (8 %; Figuras 2 e 3). Cerca de 120 espécies vegetais são encontradas na área, com predominância de Leguminosae, Myrtaceae, Rubiaceae e Melastomataceae, além de gramíneas e outras monocotiledôneas. A área alterada da Estação Ecológica (ca. 2.000 ha) inclui plantações de pinheiros e eucaliptos (Mantovani, 1987; Gianotti, 1988).

O clima da região é mesotérmico de inverno seco (Gianotti, 1988). A precipitação média anual é de 1.376 mm, com uma estação seca entre abril e setembro (32 a 88 mm mensais) e uma estação úmida entre outubro e março (117 a 257 mm mensais). As temperaturas médias mensais oscilam entre 16,2 e 20,1° C na estação seca, e entre 19,5 e 22,3° C na estação úmida (Gianotti, 1988; Figura 4).

As regiões de Cerrado do estado de São Paulo representam a parte sul da distribuição deste bioma no Brasil (Figura 5). A vegetação é descontínua formando ilhas de Cerrado cercadas por outros tipos de vegetação, como Mata Atlântica e Pantanal, o que provavelmente influi na composição faunística e florística dessas

localidades. Esta região, também sofre grande impacto antrópico devido à expansão agrícola e urbana do estado de São Paulo (Rater *et al.*, 1997).

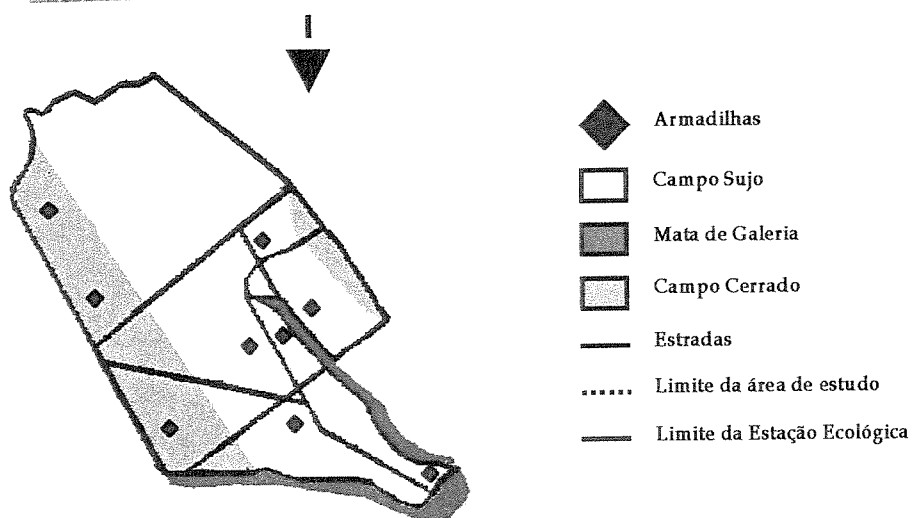
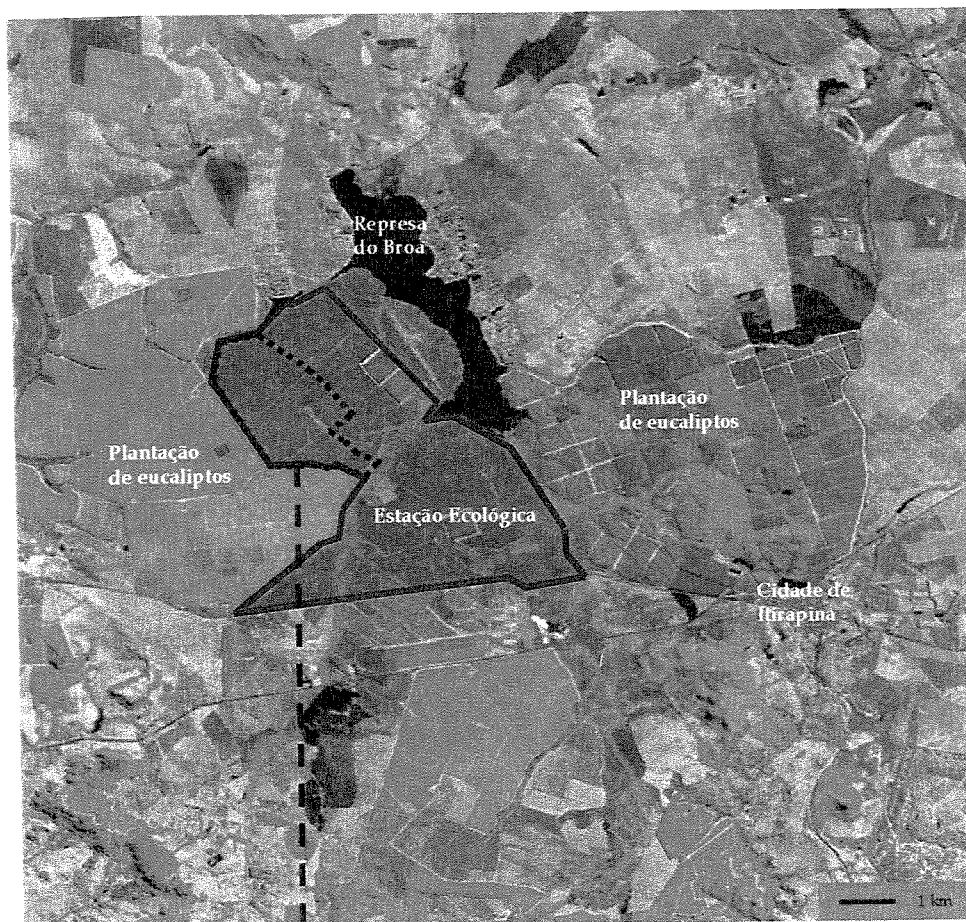


Figura 2 – Vista aérea da área de estudo e arredores (Imagem: LandSat).

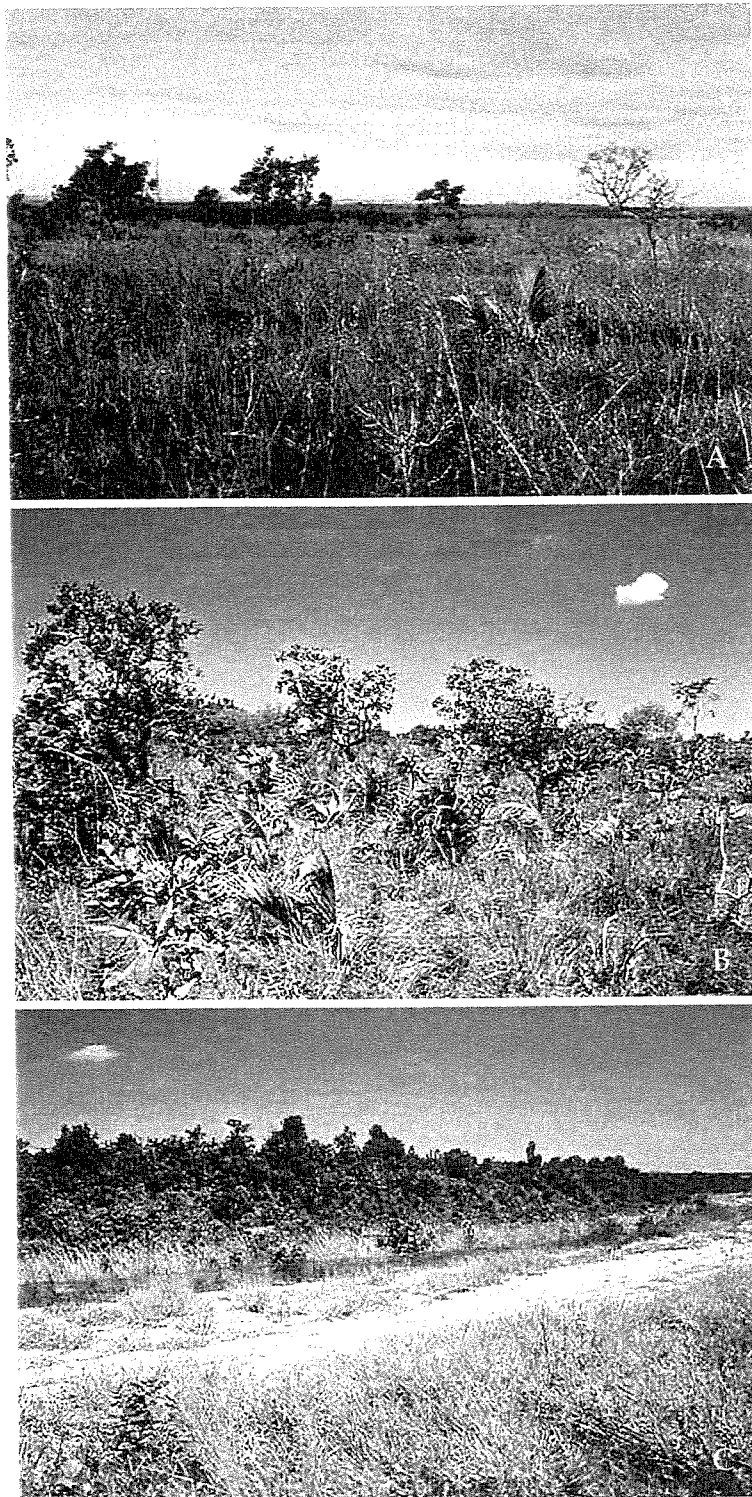


Figura 3 – Fisionomias da área de estudo onde os tatus foram capturados:  
(A) Campo Sujo; (B) Campo Cerrado; (C) Mata de Galeria (Fotos: R. J. Sawaya).

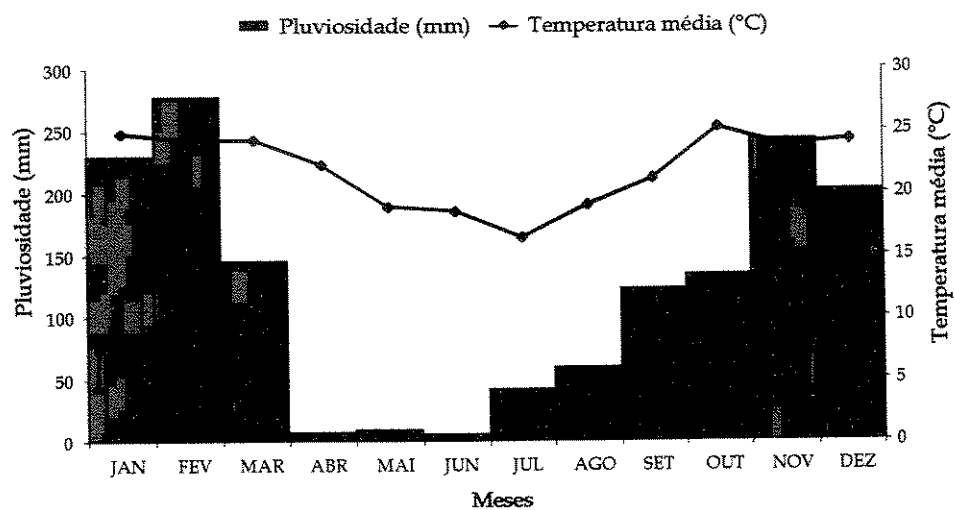


Figura 4 - Climatograma da Estação Ecológica de Itirapina. Dados do Departamento de Águas e Energia Elétrica, Posto D4—014, Itirapina, SP.

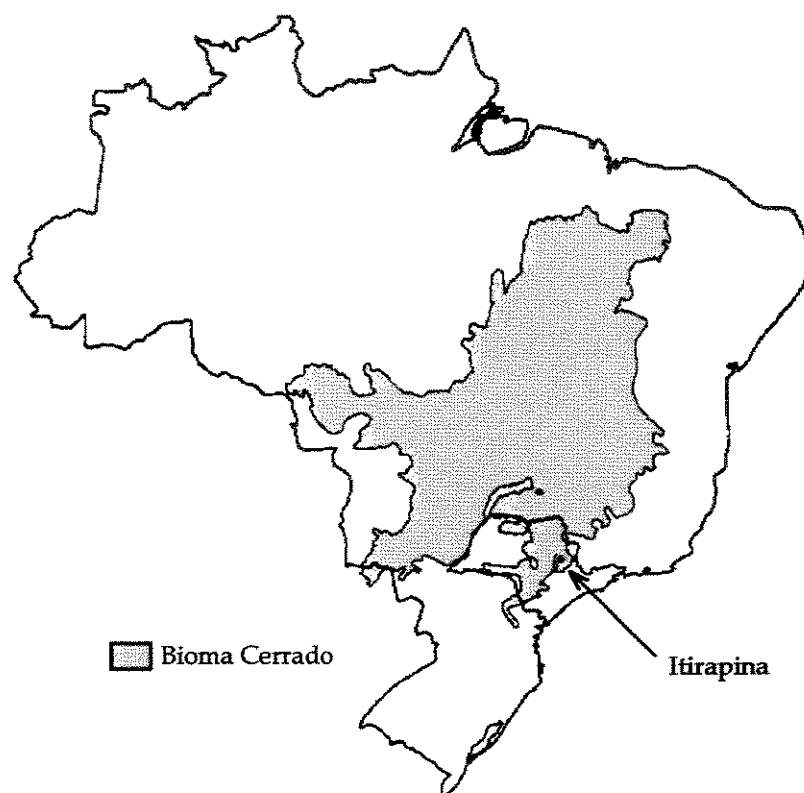


Figura 5 - Mapa do Brasil com a distribuição original do bioma Cerrado.

## Capítulo 1

### História natural dos tatus do Cerrado de Itirapina

---

#### 1.1 Introdução

A descrição de aspectos básicos da história natural dos organismos é fundamental para o desenvolvimento de teorias ecológicas (Alcock, 2001). Atualmente, o conhecimento da biologia de mamíferos neotropicais é reduzido e para apenas algumas espécies de primatas, morcegos e roedores existe alguma informação naturalística disponível na literatura (Alho, 1994; Emmons & Feer, 1997). Em particular, os estudos sobre ecologia e história natural dos tatus dos Cerrados brasileiros são quase inexistentes (Wetzel, 1985a). Dentro do bioma Cerrado, as fisionomias podem variar entre campos, cerrado *sensu strictu*, cerradão e matas de galeria (Coutinho 1978; SEMA, 1997) e, por conseguinte, a disponibilidade de recursos destes ambientes também variam, fazendo com que alguns grupos de mamíferos ocorram preferencialmente em determinados habitats, como observado para roedores (Alho, 1994). Os tatus são encontrados em diversos biomas, ocorrendo, principalmente, em áreas abertas, como vegetações de Cerrado, Caatinga e Pampas (Nowak, 1991).

No Cerrado da Estação Ecológica do Instituto Florestal de Itirapina ocorrem quatro espécies de tatus: *Cabassous unicinctus*, *Dasypus novemcinctus*, *D. septemcinctus* e *Euphractus sexcinctus* (V. Bonato, obs. pess.). O gênero *Cabassous* ocorre em áreas abertas como campos e campos cerrados (Meritt, Jr. 1985;

Redford, 1994; Redford & Fonseca, 1986), enquanto que o gênero *Dasypus* pode ocorrer próximo às matas de galeria (Redford, 1994; Redford & Fonseca, 1986; Schaller, 1983). Por outro lado, o gênero *Euphractus* pode ser encontrado em todas as fisionomias (Carter & Encarnação, 1983; Redford & Fonseca, 1986; Redford & Wetzel, 1985; Schaller, 1983; Wetzel, 1985*b*). Os dados existentes na literatura sobre área de ocorrência dessas espécies no Brasil são limitados e mais estudos são necessários para que os padrões de utilização dos ambientes de Cerrado pelos tatus possam ser compreendidos.

Associado à diversidade de ambientes ocupados, os tatus apresentam a maior diversidade de hábitos alimentares dentro da ordem Xenarthra (Redford, 1985). São reconhecidas quatro categorias de hábitos alimentares na família baseadas em estudos detalhados de hábitos alimentares em populações norte-americanas de *D. novemcinctus* e na limitada informação sobre a dieta das espécies de tatus neotropicais (Redford, 1985): carnívoros-onívoros (representados pelos gêneros *Euphractus*, *Chaetophractus* e *Zaedyus*), insetívoros-generalistas terrestres (*Dasypus*), insetívoros-generalistas fossoriais (*Chlamyphorus*) e especialistas em formigas e cupins (*Cabassous*, *Tolypeutes* e *Priodontes*). A classificação de Redford (1985) define a moda, no sentido estatístico, dos padrões de alimentação dos tatus e é importante como generalização, cuja validade das previsões precisa ser testada. Em estudo recente na Bahia, a previsão de que *Tolypeutes* seria especialista em cupins e formigas foi constatada (Guimarães, 1997), já que quase 90% da biomassa fecal de *T. tricinatus* era composta por estes itens. Por outro lado, Bolkovic *et al.* (1995) mostraram que a dieta de *T. matacus* na Província de Santiago del Estero na

Argentina era composta por cupins e formigas, mas também por diversos grupos de artrópodes com uma quantidade substancial de larvas e adultos de coleópteros, além de sementes e matéria vegetal, demonstrando que *T. matacus* não apresenta hábitos alimentares tão especializados como previsto por Redford (1985). Estudos detalhados das outras espécies neotropicais são importantes para se testar as predições de Redford (1985) e verificar quanto os padrões de alimentação encontrados variam do previsto para estas espécies.

Uma das maneiras mais efetivas dos indivíduos maximizarem suas chances de obtenção de alimento e parceiros sexuais é através do horário e época em que os organismos estão em atividade (Layne & Glover, 1985). Em particular, os *Xenarthra* possuem taxas de metabolismo basal baixas e o padrão de atividade das espécies deste grupo deve ser bastante influenciada por variáveis ambientais abióticas, como temperatura e umidade relativa do ar (McNab, 1985). Indivíduos da espécie *D. novemcinctus* nos Estados Unidos se reproduzem durante todo o ano e são mais ativos à noite nas estações quentes e ativos durante o dia quando as estações são frias (Layne & Glover, 1985; McCusker, 1985). Para a espécie *E. sexcinctus* sabe-se que seu horário de atividade é tanto diurno quanto noturno e que, no Brasil, fêmeas grávidas são encontradas em setembro e outubro (Redford & Wetzel, 1985). Meritt, Jr. (1985) sugere que indivíduos de *C. unicinctus* são ativos durante a noite no campo e em cativeiro. Todavia, nada é conhecido sobre os padrões de atividade da espécie *D. septemcinctus*. Desta maneira, as observações naturalísticas dos tatus no Cerrado da Estação Ecológica de Itirapina serão importantes, pois podem fornecer informações básicas e inéditas sobre essas espécies no Brasil.

Este capítulo tem como objetivo estudar a história natural das espécies de tatus encontradas na área de estudo. Especificamente foram abordadas as seguintes questões:

- (A) Qual a frequência de ocorrência dos tatus em cada fisionomia do Cerrado de Itirapina?
- (B) Quais são seus hábitos alimentares?
- (C) Qual o horário e época de atividade das espécies?
- (D) Em que época estes organismos estão em condições reprodutivas?

## 1.2 Métodos de captura

### 1.2.1 *Armadilhas de interceptação e queda*

A captura dos tatus da Estação Ecológica de Itirapina foi efetuada com armadilhas de interceptação e queda (*pitfall traps with drift fence*; Wilson *et al.*, 1996). As armadilhas foram instaladas em linhas de 45 m contendo quatro baldes plásticos de 100 litros (um balde a cada 15 m) unidos por cerca guia de tela plástica de aproximadamente 65 cm de altura (Figura 6). A cerca foi enterrada 10 cm no solo e foi mantida em posição vertical por estacas de madeira. Duas linhas de 45 m, distantes 100 m entre si e contendo oito baldes no total compunham um conjunto. Três conjuntos de linhas foram instalados, distantes no mínimo 500 m entre si, em três fisionomias do Cerrado: campo sujo, campo cerrado e matas de galeria. As armadilhas foram vistoriadas a cada 24 horas e permaneceram abertas durante dez

dias não consecutivos por mês. No total, o esforço amostral representado pelas armadilhas foi de 18 linhas, 810 metros de cerca guia, 72 baldes e 17.280 horas de coleta mensal.

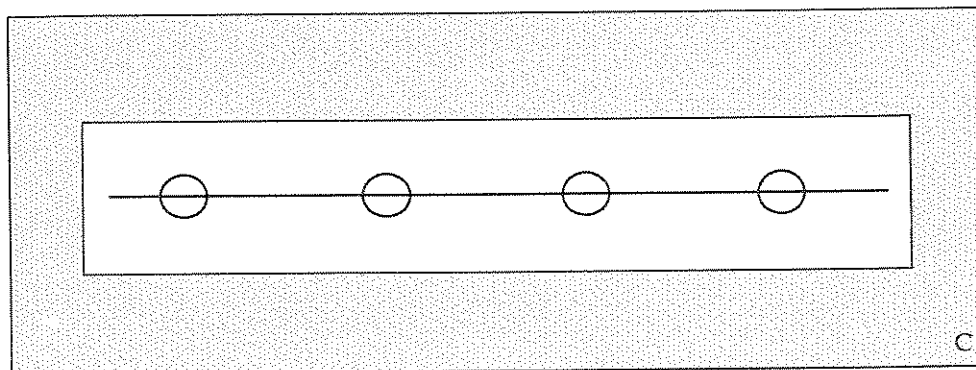
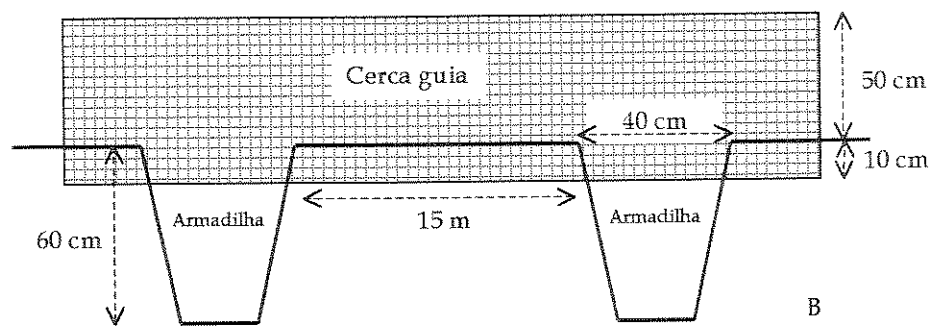


Figura 6 - (A) Armadilha de interceptação e queda instalada na fisionomia de mata de galeria (Foto: R. J. Sawaya); (B) Vista lateral e dimensões das armadilhas; (C) Vista superior de uma linha de armadilhas.

### *1.2.2 Capturas e avistamentos ocasionais*

Estradas abertas na vegetação (10 metros de largura) para acesso às armadilhas foram consideradas como transectos para um segundo método de amostragem dos tatus. Tais estradas atravessam grande parte da área pertencente à Estação Ecológica de Itirapina passando por ambientes de campo sujo, campo cerrado e matas de galeria (Figuras 2 e 3). Estas foram percorridas com carros, motos ou a pé duas vezes por dia (ida e volta) no mesmo período em que as armadilhas foram vistoriadas. Ao se avistar um animal, tentava-se capturá-lo manualmente. Se a captura fosse efetivada, classificou-se o método como captura ocasional. Quando a captura do animal não era efetivada, classificava-se o método como avistamento ocasional.

### **1.3 Coleta e análise dos dados**

A coleta de dados de história natural dos tatus do Cerrado de Itirapina foi realizada entre setembro de 1999 e maio de 2001 (21 meses), totalizando 210 dias de esforço amostral. Neste período os animais foram capturados tanto por armadilhas quanto por capturas ou avistamentos ocasionais.

### 1.3.1 *Ocorrência dos tatus nas fisionomias*

A ocorrência das quatro espécies de tatus nas três fisionomias de Cerrado de Itirapina foi avaliada pelo número de organismos registrados em cada uma destas áreas, utilizando os dois métodos de captura acima descritos. O número de indivíduos de cada espécie observado em cada fisionomia foi comparado com o número de indivíduos esperado por testes de  $\chi^2$  (Sokal & Rohlf, 1995). Para calcular o número esperado, multiplicou-se o número total de indivíduos de cada espécie pela proporção que cada fisionomia ocupa na área total de estudo (campo sujo – 0,758; campo cerrado – 0,162; mata de galeria – 0,08). A significância do teste  $\chi^2$  foi obtida comparando-se o valor da estatística do teste com o da distribuição, com graus de liberdade definidos pelo número de parâmetros sob a hipótese alternativa menos o número de parâmetros sob a hipótese nula (Sokal & Rohlf, 1995).

### 1.3.2 *Itens alimentares*

Os itens alimentares utilizados pelos tatus foram obtidos através da análise das fezes dos indivíduos capturados e dos conteúdos gastrointestinais dos indivíduos coletados na área de estudo (Licença IBAMA nº 02027.010426/99-21). Os conteúdos gastrointestinais e as fezes destes animais foram coletadas e conservadas em etanol 70% para análise.

Visto que os tatus ingerem grande quantidade de terra ao se alimentarem (Guimarães, 1997), as fezes e os conteúdos gastrointestinais foram lavados em água

corrente e os fragmentos dos itens alimentares foram separados da terra ingerida com o auxílio de peneiras para análises granulométricas (malha 0,71 mm). Somente o material que permaneceu na peneira foi considerado vestígio de item alimentar. A identificação destes itens foi feita a partir de estruturas diagnósticas das presas, como pêlos, penas e ossos de vertebrados, fragmentos do exoesqueleto de artrópodes e por comparação com exemplares inteiros de uma coleção de referência obtida para a área. Pêlos e penas, observados ao microscópio óptico, apresentam padrões de escamação e de coloração que permitem identificar até ordens de aves e famílias de mamíferos (Day, 1966). Serpentes ou lagartos podem ser reconhecidos até família através do formato de suas escamas (Roze, 1996) e por comparação com uma coleção de referência obtida para a área. Partes do exoesqueleto observadas na lupa, como pernas, antenas e asas, permitem identificar classes, ordens e até famílias de artrópodes (Borror & DeLong, 1969). A presença de sementes ou cascas de frutos nas fezes foi usada para reconhecer os itens vegetais ingeridos pelos tatus (Facure, 1996).

A importância de cada item alimentar na dieta foi definida com base na sua frequência de ocorrência, expressa como porcentagem de amostras (fezes e conteúdos gastrointestinais), que continham um determinado item (*cf. Sikes et al.*, 1990). Como medida de amplitude de nicho alimentar e para comparação das estratégias de forrageamento das espécies, generalista ou especialista, foi usado o índice de Levins, expresso pela fórmula (Krebs, 1999):

$$B = \frac{1}{\left( \sum_{i=1}^n p_i^2 \right)}$$

onde,  $B$  = índice de Levins;  $p_i$  = proporção de amostras (fezes e conteúdos gastrointestinais) contendo o item  $i$ ;  $n$  = número total de recursos. O índice de Levins pode variar de 1 a  $n$ . Para permitir comparações entre os índices calculados para as duas espécies com maior número de amostras (*C. unicinctus* e *E. sexcinctus*), os valores foram estandardizados segundo a fórmula (Krebs, 1999):

$$B_{sta} = \frac{B-1}{n-1}$$

onde,  $B_{sta}$  = índice de Levins estandardizado,  $B$  = índice de Levins,  $n$  = número de recursos. O índice de Levins estandardizado pode variar de 0 a 1 (Krebs, 1999). Quanto menor seu valor, maior é o grau de especialização na dieta da espécie (Krebs, 1999).

Variações na diversidade (riqueza e quantidade de itens alimentares) da dieta entre as estações seca (março – agosto) e úmida (setembro – fevereiro; cf. Guimarães, 1997) foram avaliadas para as duas espécies com maior número de amostras (*C. unicinctus* e *E. sexcinctus*). Para isto, os valores da função de Shannon – Wiener foram calculados, pela seguinte fórmula (Krebs, 1999):

$$H' = \sum_{i=1}^s (p_i) (\log_2 p_i)$$

onde,  $H'$  = índice de Shannon–Wiener (diversidade da dieta);  $s$  = número de itens alimentares consumidos;  $p_i$  = proporção de cada item dentro do total presente na amostra. O índice de Shannon–Wiener varia de 0 ao  $\infty$  e, quanto maior seu valor, maior a diversidade de itens na dieta da espécie (Krebs, 1999). A sobreposição na dieta das espécies *C. unicinctus* e *E. sexcinctus* foi avaliada usando o índice de Morisita contido no programa FITOPAC (G. Shepperd, não publ.).

#### 1.3.2.1 Disponibilidade de presas

A disponibilidade de invertebrados de chão de mata foi amostrada com as mesmas armadilhas de interceptação e queda usadas para a captura dos tatus. As amostragens iniciaram – se em junho de 2000 e terminaram em maio de 2001. Para se estimar a disponibilidade de presas com replicação espacial, todas as armadilhas nas três fisionomias de Cerrado foram usadas. Antes da amostragem, as armadilhas foram completamente limpas e todos seus buracos para escoamento de água foram tapados com pedaços de espuma. Após 24 horas, todos os invertebrados encontrados nas 72 armadilhas foram coletados e fixados em etanol 70%. Para a replicação temporal, este procedimento foi realizado duas vezes por mês, em intervalos de aproximadamente 15 dias. Na triagem do material em laboratório, os animais capturados foram separados e quantificados por categorias taxonômicas (ordens ou famílias). Para fins de comparação, essas categorias foram as mesmas que puderam ser identificadas nas fezes e conteúdos gastrointestinais dos tatus. A disponibilidade de vertebrados e frutos não foi investigada.

As amostras de fezes e conteúdos gastrointestinais dos tatus *C. unicinctus* e *E. sexcinctus* e as amostras de disponibilidade de invertebrados de chão de mata foram agrupadas em quatro estações: outono (março – maio), inverno (junho – agosto), primavera (setembro – novembro) e verão (dezembro – fevereiro; cf. Redford, 1985). A proporção de cada grupo de artrópode terrestre disponível no ambiente foi interpretada como sendo a proporção esperada nas fezes dos tatus, caso não houvesse nenhum tipo de escolha de item alimentar por estas espécies. Os valores esperados foram comparados com os valores obtidos nas análises de fezes dos tatus por testes de  $\chi^2$ , com graus de liberdade definidos pelo número de parâmetros sob a hipótese alternativa menos o número de parâmetros sob a hipótese nula (Sokal & Rohlf, 1995). A dieta das outras espécies de tatus não pode ser comparada devido ao pequeno número de amostras obtido para tais.

### 1.3.3 Atividade diária e anual

Ao se capturar ou avistar um animal em atividade pelas estradas da área de estudo, o horário e o dia do evento foram registrados. Ao se capturar um animal nas armadilhas de interceptação e queda, apenas o dia do acontecimento foi anotado. Os horários de captura de tatus foram divididos em quatro classes de quatro horas cada: 0600h – 1000h, 1000h – 1400h; 1400h – 1800h; 1800h – 2200h. Os dias de capturas desses animais foram divididos em sete ocasiões: primavera de 1999; verão, outono, inverno e primavera de 2000; verão e outono de 2001. Deste modo, o horário de atividade diária e a época de atividade anual das espécies de tatus do Cerrado de

Itirapina foram avaliados pela comparação das frequências de ocorrências de tatus em cada uma das classes acima descritas.

Para avaliar a relação entre as variáveis época de atividade anual dos tatus e a disponibilidade de presas invertebradas de chão de mata, testes de correlação de Spearman foram realizados para as espécies *C. unicinctus* e *E. sexcinctus*. Este teste não foi realizado para as espécies do gênero *Dasypus* devido à baixa frequência de capturas dessas espécies na área de estudo.

A condição reprodutiva dos tatus capturados também foi anotada para se avaliar a relação entre época de atividade dos tatus *C. unicinctus* e *E. sexcinctus* e a época de reprodução. Para isto, escrotos inchados de machos e vaginas inchadas, mamilos evidentes e gravidez aparente de fêmeas foram interpretados como características associadas a um estado reprodutivo fértil desses organismos (cf. Loughry & McDonough, 1996). Para as espécies de *Dasypus* não houve número de indivíduos capturados suficientes para se realizar tal análise.

## 1.4 Resultados

### 1.4.1 Ocorrência dos tatus nas fisionomias

Ao todo, 92 tatus tiveram a fisionomia de ocorrência registrada pelos métodos de captura e avistamento ocasionais e pelas armadilhas de interceptação e queda. A espécie *Cabassous unicinctus* teve o maior número de indivíduos registrados (n = 53), ocorrendo com menor frequência do que a esperada na

fisionomia de campo sujo e maior nas fisionomias de campo cerrado e mata de galeria ( $\chi^2 = 11,33$ ; GL = 2;  $p < 0,01$ ; Figura 7). Para *Euphractus sexcinctus* (n = 31), o mesmo padrão de utilização do ambiente foi registrado ( $\chi^2 = 9,00$ ; GL = 2;  $p < 0,05$ ; Figura 7). Apenas cinco indivíduos de *Dasypus novemcinctus* foram registrados na área de estudo, sendo que dois foram observados no campo sujo, dois na mata de galeria e um na fisionomia de campo cerrado. A espécie *D. septemcinctus* também ocorreu com uma baixa frequência, com dois tatus desta espécie sendo registrados no campo sujo e um no campo cerrado.

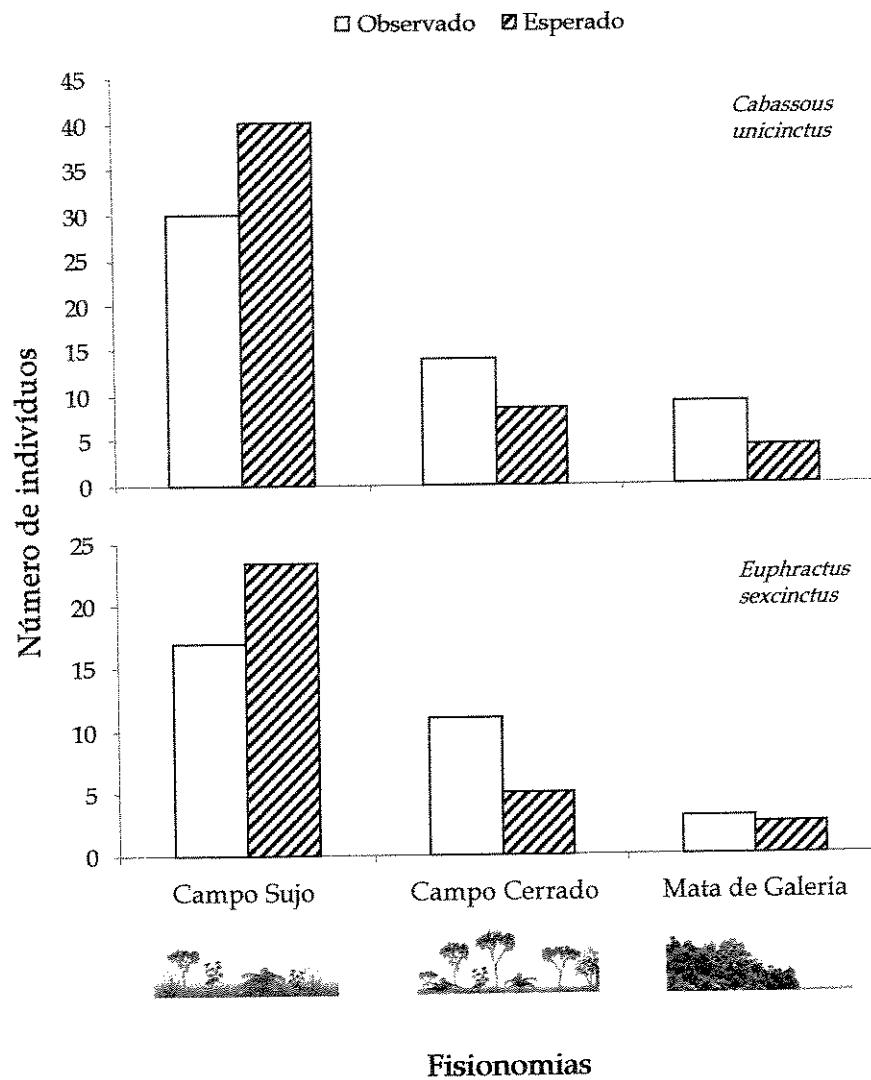


Figura 7 - Ocorrência de duas espécies de tatus nas diferentes fisionomias do Cerrado de Itirapina.

#### 1.4.2 *Itens alimentares*

Um total de 53 amostras de fezes e conteúdos gastrointestinais dos tatus do Cerrado de Itirapina foi obtida neste estudo. Vinte e oito amostras de *C. unicinctus*, sendo 23 fezes e três conteúdos gastrointestinais, foram analisadas. Para *E. sexcinctus* obteve-se 22 amostras, sendo 21 fezes e um conteúdo gastrointestinal. Os dados de alimentação de *D. septemcinctus* foram obtidos através da análise de duas fezes e um conteúdo gastrointestinal. Para *D. novemcinctus* nenhuma amostra foi obtida durante o estudo.

Na dieta destas três espécies foram identificados cinquenta e oito itens alimentares (Tabela 1), pertencentes a dez ordens de insetos (Blattodea, Coleoptera, Dermaptera, Diptera, Ensífera, Hemiptera, Homoptera, Hymenoptera, Isoptera e Neuroptera), duas classes de miriápodes (Chilopoda e Diplopoda), três ordens de aracnídeos (Araneae, Opiliones e Scorpiones), uma classe de anelídeo (Oligochaeta) e três classes de vertebrados (Squamata, Aves e Mammalia). Também foram encontradas sementes de quatro famílias de plantas monocotiledôneas (Bromeliaceae, Cyperaceae, Palmae e Poaceae) e cinco de plantas dicotiledôneas (Euphorbiaceae, Leguminosae, Myrsinaceae, Rubiaceae e Solanaceae), além folhas e partes florais (antras) nas amostras das espécies de tatus *C. unicinctus* e *E. sexcinctus*.

Invertebrados foram os itens mais frequentes na dieta das três espécies ocorrendo em 100% das amostras (*C. unicinctus* – n = 28; *E. sexcinctus* – n = 22; *D. septemcinctus* – n = 3). Os grupos mais consumidos por *C. unicinctus* foram

formigas (96,4%), cupins (96,4%) e besouros (46,4%). A espécie *E. sexcinctus* também consumiu invertebrados principalmente das ordens Hymenoptera (90,1%), Coleoptera (68,1%) e Isoptera (59,1%). Já para a espécie *D. septemcinctus* os itens consumidos foram exclusivamente formigas (100%) e cupins (100%; Tabela 1). Vertebrados estiveram presentes somente nas amostras de *E. sexcinctus* (22,7%). Nas amostras desta espécie foram encontradas serpentes, aves e roedores da família Muridae (*Oxymycterus* sp.) e Echimyidae (*Clyomys* sp.; Tabela 1). Os itens de origem vegetal foram encontrados para as espécies *C. unicinctus* (46,4%) e *E. sexcinctus* (95,4%). Plantas monocotiledôneas foram as mais consumidas sendo encontradas em todas as amostras que continham vegetais comidos por estes tatus (Tabela 1). O consumo de vegetais é uma informação inédita para a espécie *C. unicinctus*.

O Índice de Levins estandardizado revelou que a espécie *C. unicinctus* tem um grau de especialização na dieta muito maior do que a espécie *E. sexcinctus* (Tabela 1). A diversidade de itens alimentares consumidos ( $H'$ ) pelos tatus variou menos entre as estações para a espécie *C. unicinctus* do que para a espécie *E. sexcinctus* (Tabela 1). Todavia, a sobreposição na dieta entre as espécies foi grande (Índice de Morisita = 76,9 %).

O tipo e a abundância de invertebrados consumidos pelos tatus foi diferente do que foi amostrado pelo método de disponibilidade de presas ( $\chi^2 = 829,00$ ; GL = 11;  $p < 0,001$ ). Em todas as estações do ano, a espécie *C. unicinctus* se alimentou mais de cupins do que o esperado (Figura 8). Formigas também foram procuradas no verão por esta espécie (Figura 8). Da mesma forma, indivíduos da

espécie *E. sexcinctus*, alimentaram—se mais de cupins do que o esperado. Além disto, esta espécie também alimentou—se mais de baratas do que o esperado no outono (Figura 9). Entretanto, *E. sexcinctus* consumiu formigas e besouros, na quantidade aproximadamente esperada, caso não houvesse procura ativa por estes itens (Figura 9). Embora alguns invertebrados de chão de Cerrado fossem abundantes, como aranhas, escorpiões, hemípteros e vespas da família Mutillidae, nenhuma das espécies de tatus estudadas utilizou freqüentemente tais recursos como fonte alimentar.

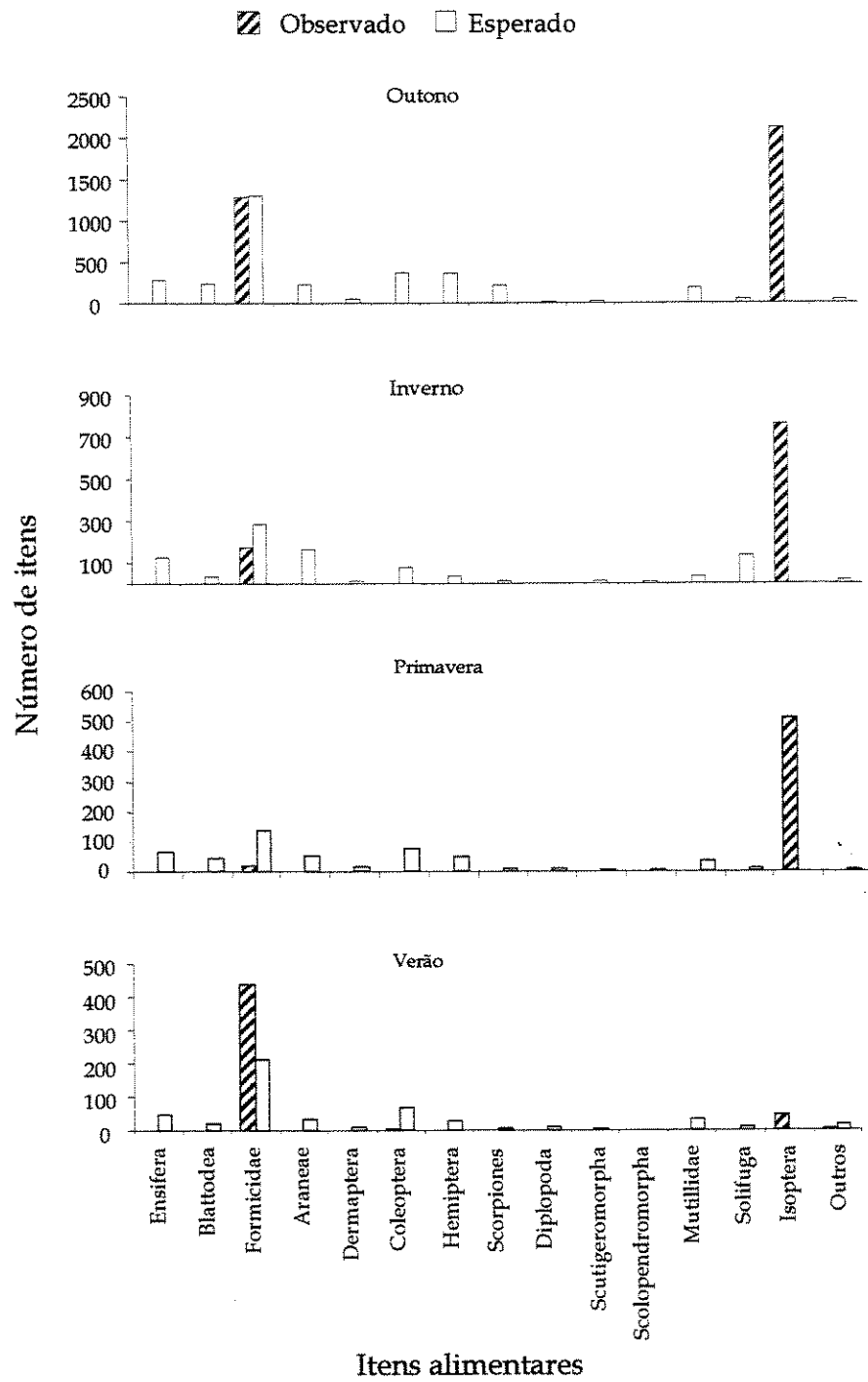


Figura 8 - Variações na dieta de *C. uncinatus* entre as estações do ano.

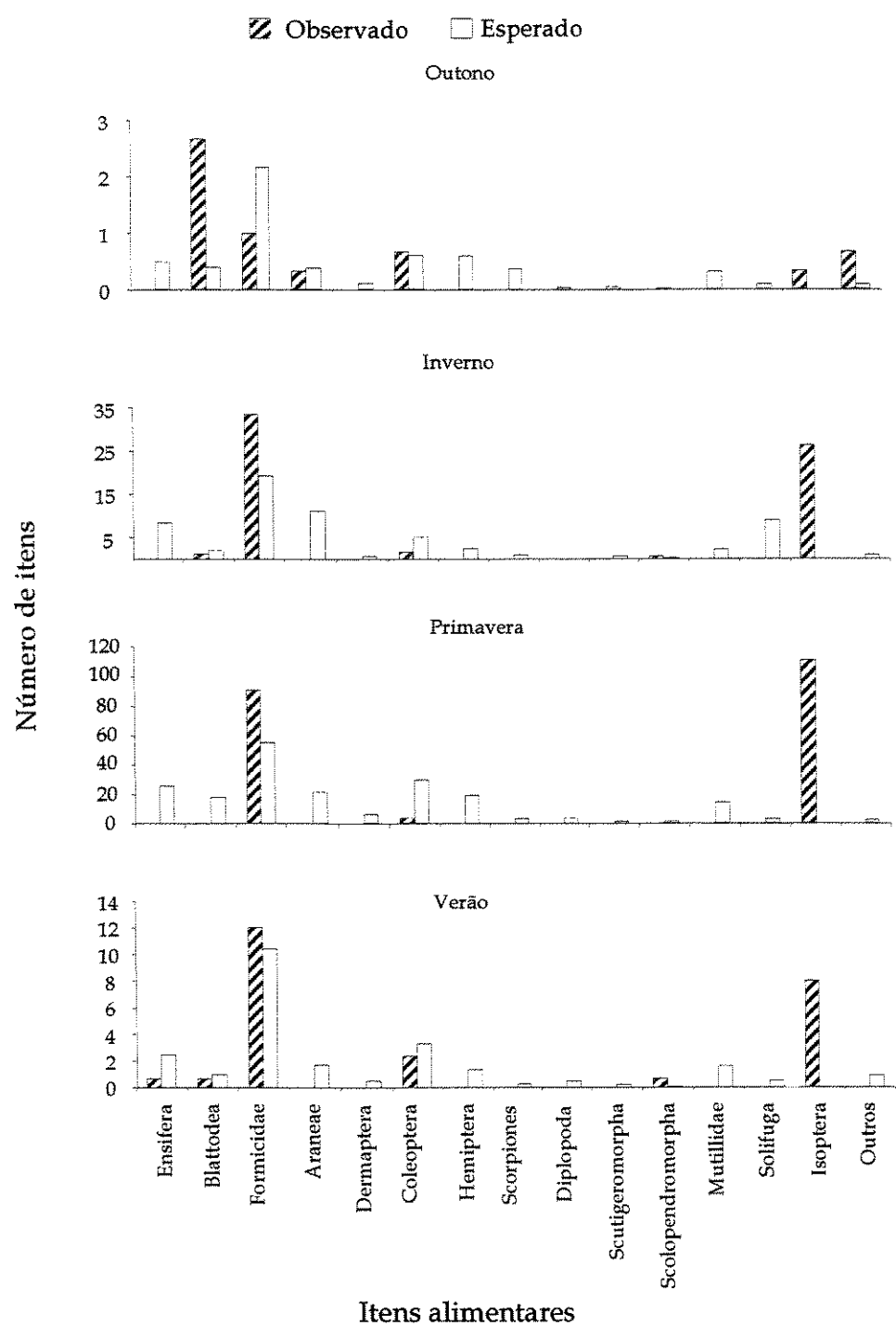


Figura 9 - Variações na dieta de *E. sexcinctus* entre as estações do ano.

Item	<i>Cabassous unicinctus</i> (N = 28)		<i>Euphractus sexcinctus</i> (N = 22)		<i>Dasyus septemcinctus</i> (N = 3)	
	n	%	n	%	n	%
<u>Invertebrados</u>	28	100	22	100	3	100
Arthropoda	28	100	22	100	3	100
Insecta	28	100	22	100	3	100
Blattodea	6	21,4	15	68,1	-	-
Coleoptera	13	46,4	16	72,7	-	-
Carabidae	7	25	4	18,2	-	-
Curculionidae	-	-	2	9,0	-	-
Elatheridae	1	3,6	-	-	-	-
Scarabaeidae	2	8	7	31,8	-	-
Staphylinidae	1	3,6	-	-	-	-
Tenebrionidae	-	-	1	4,5	-	-
<i>Não identificada</i>	10	35,7	10	45,4	-	-
<i>Não identificada</i> (Larvas)	-	-	4	18,2	-	-
Dermaptera	1	3,6	-	-	-	-
Diptera	4	14,3	-	-	-	-
Ensifera	3	10,7	4	18,2	-	-
Grilotalpidae	1	3,6	-	-	-	-
<i>Não identificada</i>	2	7,1	4	18,2	-	-
Hemiptera	1	3,6	1	4,5	-	-
Cydinidae	1	3,6	1	4,5	-	-
Coreidae	1	3,6	-	-	-	-
Homoptera	1	3,6	1	4,5	-	-
Cicadelidae	1	3,6	1	4,5	-	-
Hymenoptera	27	96,4	20	90,1	3	100
Braconidae	1	3,6	-	-	-	-
Formicidae	27	96,4	18	86,3	3	100
Formicidae (Pupas)	-	-	9	40,9	-	-
Sphecidae	-	-	1	4,5	-	-
<i>Não identificada</i>	-	-	1	4,5	-	-
Isoptera	27	96,4	13	59,1	3	100
Termitidae	23	82,1	6	27,3	3	100
<i>Não identificada</i>	3	10,7	7	31,8	-	-
Isoptera (Pupas)	9	32,1	-	-	-	-
Neuroptera	-	-	3	13,6	-	-
Ascalaphidae	-	-	3	13,6	-	-
Chilopoda	-	-	5	22,7	-	-
Scolopendromorpha	-	-	5	22,7	-	-
Diplopoda	1	3,6	-	-	-	-
Arachnida	3	10,7	6	27,3	-	-
Araneae	2	7,1	4	18,2	-	-
Opiliones	-	-	1	4,5	-	-
Scorpiones	2	7,1	1	4,5	-	-
Annelida	-	-	1	4,5	-	-
Oligochaeta	-	-	1	4,5	-	-
	-	-	5	22,7	-	-

<u>Vertebrados</u>						
Serpentes	-	-	2	9,1	-	-
Aves	-	-	1	4,5	-	-
Passeriformes	-	-	1	4,5	-	-
Thraupidae	-	-	1	4,5	-	-
Mammalia	-	-	2	9,1	-	-
Rodentia	-	-	2	9,1	-	-
<u>Material Vegetal</u>	<u>13</u>	<u>46,4</u>	<u>21</u>	<u>95,4</u>	-	-
Sementes	13	46,4	21	95,4	-	-
Monocotiledônea	7	25	17	77,3	-	-
Bromeliaceae	-	-	3	13,6	-	-
Cyperaceae	2	7,1	6	27,3	-	-
Espécie 1	2	7,1	1	4,5	-	-
Espécie 2	-	-	5	22,7	-	-
Espécie 3	-	-	1	4,5	-	-
Palmae	-	-	12	54,5	-	-
Poaceae	5	17,8	13	59,1	-	-
<i>Brachyaria</i> sp.1	4	14,3	11	50,0	-	-
<i>Brachyaria</i> sp.2	1	3,6	1	4,5	-	-
<i>Paspalum</i> sp.	-	-	5	22,7	-	-
Dicotiledônea	8	28,6	13	59,1	-	-
Euphorbiaceae	-	-	1	4,5	-	-
Leguminosae	1	3,6	2	9,1	-	-
<i>Inga</i> sp.	-	-	1	4,5	-	-
<i>Dalbergia</i> sp.	1	3,6	-	-	-	-
<i>Não identificada</i>	-	-	1	4,5	-	-
Myrsinaceae	1	3,6	-	-	-	-
Rubiaceae	-	-	2	9,1	-	-
Espécie 1	-	-	1	4,5	-	-
Espécie 2	1	3,6	1	4,5	-	-
Espécie 3	1	3,6	-	-	-	-
Solanaceae	1	3,6	7	31,8	-	-
<i>Solanum</i> sp.	-	-	1	4,5	-	-
<i>Não identificada</i>	1	3,6	6	27,3	-	-
Outras	3	10,7	4	18,2	-	-
Espécie 1	1	3,6	-	-	-	-
Espécie 2	1	3,6	-	-	-	-
Espécie 3	1	3,6	-	-	-	-
Espécie 4	-	-	4	18,2	-	-
Folhas	1	3,6	2	9,1	-	-
Partes florais (antera)	-	-	1	4,5	-	-
Total de itens	33		43		2	
Índice de Levin ( B )	9,30		22,03		-	
Índice de Levin estandardizado ( B <sub>std</sub> )	0,06		0,12		-	
Índice de Shannon-Wiener	0,871	1,047	1,611	1,201	-	
(Estação Seca vs. Estação Úmida)						

### 1.4.3 Atividade diária e anual

A espécie *C. unicinctus* ( $n = 31$ ) foi ativa durante o dia, principalmente no período das 1000h – 1400h. Já os indivíduos de *E. sexcinctus* ( $n = 25$ ) foram registrados em atividade durante todos os horários com maior frequência entre 1800h – 2200h (Figura 10). Indivíduos de *C. unicinctus* ( $n = 52$ ) estiveram presentes em todas as estações do ano, com maior atividade sendo registrada nos períodos de inverno e primavera de 2000 (Figura 11). *Euphractus sexcinctus* ( $n = 31$ ) foi registrado em atividade durante todo o período de estudo, exceto no verão de 2000 quando nenhum indivíduo foi registrado. Da mesma forma que *C. unicinctus*, um maior número de indivíduos foi encontrado em atividade no inverno e primavera de 2000. O pequeno número de indivíduos do gênero *Dasypus* registrado durante o estudo (Figuras 10 e 11) não permite fazer inferências sobre a atividade das espécies.

A atividade de *E. sexcinctus* ao longo do ano não está correlacionada com a temperatura ( $r_s = 0,033$ ;  $n = 12$ ; NS) nem com a pluviosidade ( $r_s = 0,001$ ;  $n = 12$ ; NS). Entretanto, o número de indivíduos de *E. sexcinctus* em atividade ao longo do ano pode ser explicado pela disponibilidade de presas (Figura 12). Quanto menor o número de presas disponíveis no ambiente, maior é a atividade dos indivíduos desta espécie ( $r_s = -0,706$ ;  $n = 12$ ;  $p < 0,05$ ). Já para *C. unicinctus*, a atividade dos organismos não está correlacionada com a disponibilidade de presas no ambiente ( $r_s = -0,401$ ;  $GL = 12$ ; NS), nem com fatores abióticos como temperatura ( $r_s = 0,291$ ;  $n = 12$ ; NS) e pluviosidade ( $r_s = 0,110$ ;  $n = 12$ ; NS). Um maior número de tatus da espécie *C. unicinctus* com indícios de estarem em períodos reprodutivos foi

observado justamente nos meses onde a atividade de tatus desta espécie é maior, o que pode explicar este padrão de atividade. Para a espécie *E. sexcinctus* o mesmo padrão não pôde ser observado (Figura 13).

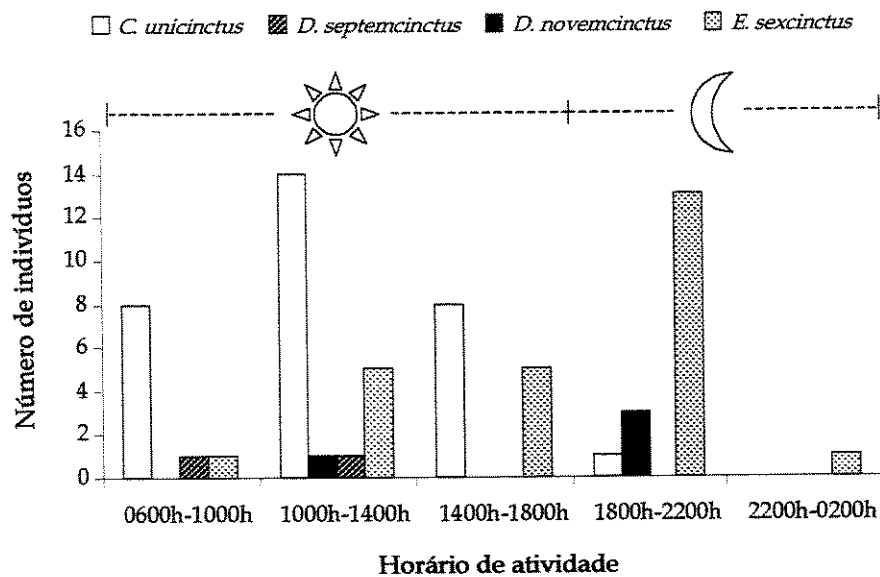


Figura 10 - Horário de atividade dos tatus na Estação Ecológica de Itirapina.

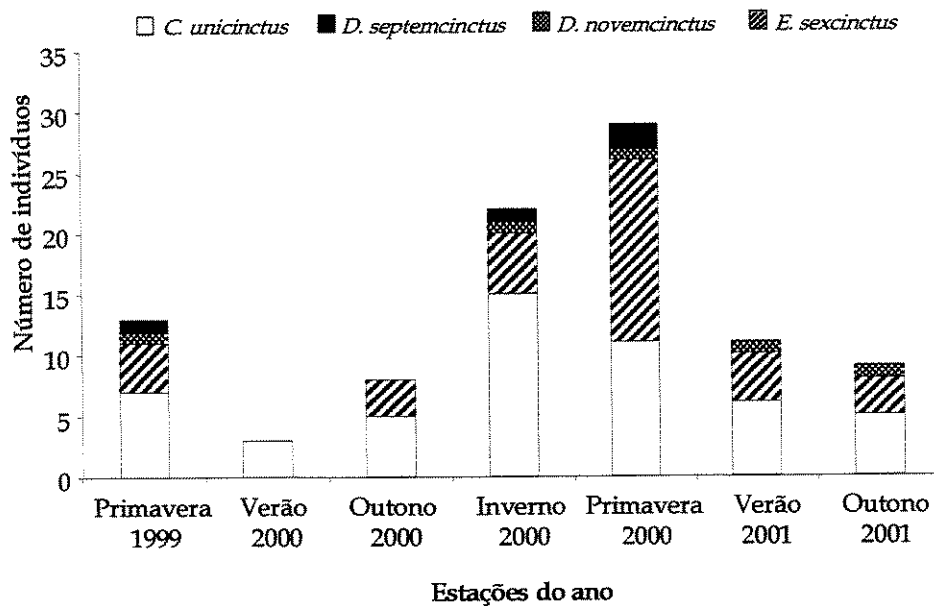


Figura 11 - Atividade anual das espécies de tatus de Itirapina.

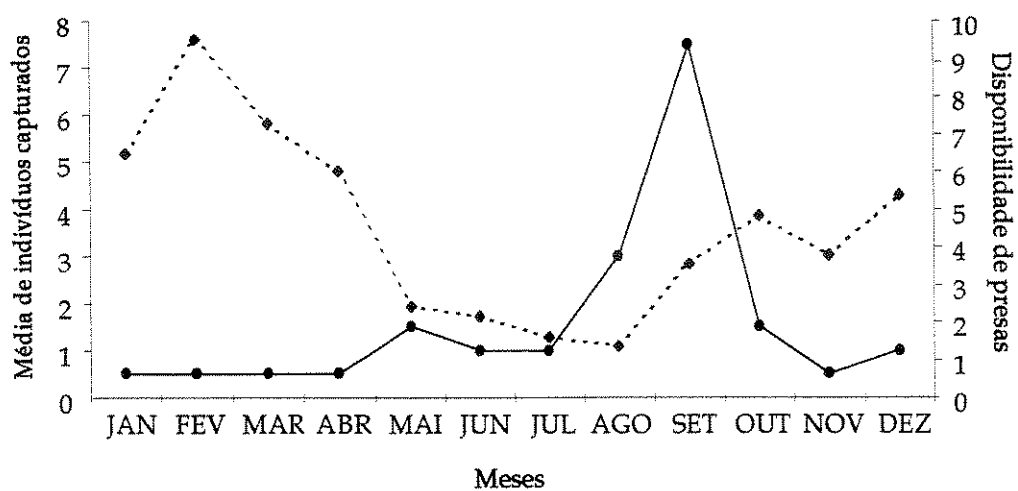


Figura 12 - Correlação entre a disponibilidade de invertebrados de chão de mata (linha tracejada) com a atividade anual de *E. sexcinctus* (linha contínua).

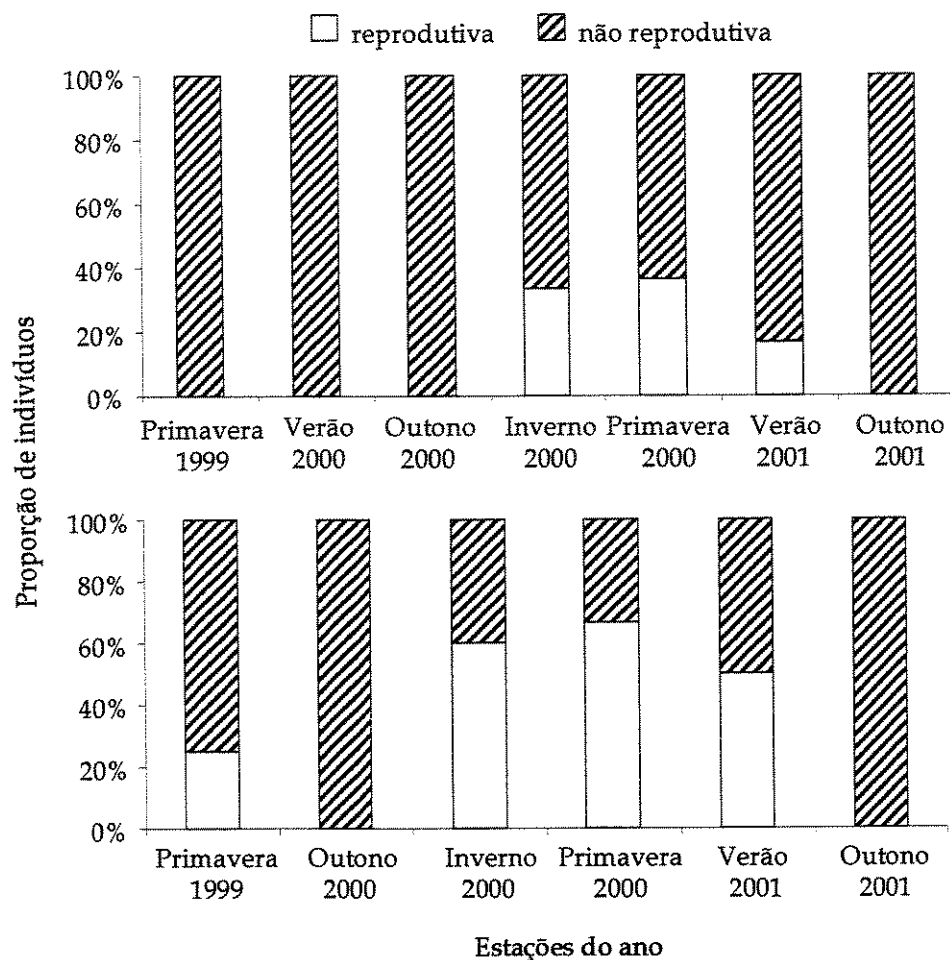


Figura 13 - Período reprodutivo das espécies *C. unicinctus* (acima) e *E. sexcinctus* (abaixo) em Itirapina.

## 1.5 Discussão

A ocorrência de *Cabassous unicinctus*, *Dasypus novemcinctus*, *D. septemcinctus* e *Euphractus sexcinctus* foi quantificada pela primeira vez em um ambiente de Cerrado com três diferentes fisionomias. O gênero *Dasypus* é conhecido por ter uma forte associação a ambientes próximos a leitos d'água, como matas de galeria (Redford, 1994; Redford & Fonseca, 1986; Schaller, 1983). O pequeno número de indivíduos das duas espécies do gênero encontrados durante o estudo pode ser devido à pequena área ocupada por esta fisionomia na Estação Ecológica de Itirapina. É provável que as populações das espécies de *Dasypus* sejam maiores em regiões próximas ao local de estudo onde existem áreas maiores com estas características (ver Figura 2).

As espécies *C. unicinctus* e *E. sexcinctus* são conhecidas por ocorrerem em uma grande variedade de ambientes, incluindo savanas e outras regiões semi-áridas, áreas próximas a leitos de rios e florestas baixas úmidas (Meritt, Jr., 1985; Redford & Wetzel, 1985; Wetzel, 1985b). Este padrão foi confirmado para estas duas espécies em Itirapina, já que ambas foram encontradas em todas as fisionomias. Todavia, a ocorrência desses organismos foi diferencial entre os ambientes, com um número maior de indivíduos encontrado nas fisionomias estruturalmente mais complexas, como campo cerrado e matas de galeria. A ocorrência preferencial por tais fisionomias pode ser explicado por fatores como disponibilidade de presas para os organismos. Wood *et al.* (1977) verificaram que, em savanas africanas, a abundância de cupins (Isoptera) é maior em fisionomias de maior complexidade

vegetal. Este padrão de ocorrência de cupins se deve principalmente à grande disponibilidade de recursos alimentares (madeiras, húmus e fungos) encontrada em ambientes estruturalmente mais complexos. Por conseguinte, a mata de galeria e o campo cerrado, por apresentarem um componente arbóreo e arbustivo mais abundante e diversificado que o campo sujo (Coutinho, 1978) devem possuir maior quantidade de cupins. Como isópteros são um dos principais itens consumidos por *C. unicinctus* e *E. sexcinctus*, é possível que a disponibilidade deste recurso alimentar explique a maior ocorrência dessas espécies de tatus na mata de galeria e no campo cerrado. De forma semelhante, Alho (1994) sugere que os roedores do Cerrado do Brasil central ocupam preferencialmente fisionomias com maior disponibilidade de presas.

Redford (1985) definiu padrões de alimentação para todas as espécies de tatus, entretanto estudos de dieta de tatus nos neotrópicos são escassos (Wetzel, 1985b). Devido à falta de informação detalhada sobre a dieta de muitas espécies, as previsões de Redford (1985) carecem de suporte empírico (ver Bolkovic *et al.*, 1995; Guimarães, 1997). Para *C. unicinctus* esperava-se que a dieta fosse constituída principalmente de formigas e cupins (Redford, 1985; Meritt, Jr., 1985) e, eventualmente, outros artrópodes associados a cupinzeiros (Wetzel, 1980). A ingestão de cupins e formigas foi confirmada neste estudo, todavia um grande número de outros artrópodes foi consumido, muitos dos quais não vivem associados a cupinzeiros. Adicionalmente, neste trabalho foi registrado pela primeira vez que, em ambientes naturais, a espécie *C. unicinctus* alimenta-se de frutos em grande quantidade. Tais informações não corroboram totalmente as previsões de

Redford (1985) e sugerem que a melhor caracterização do hábito alimentar de *C. unicinctus* é a onivoria, com predominância de cupins e formigas.

Pouco é conhecido sobre a alimentação de *D. septemcinctus* na natureza (Wetzel & Mondolfi, 1979). Com base na amostra deste estudo, verificou-se que somente cupins e formigas foram consumidos, sugerindo uma grande utilização destes itens por esta espécie de tatu no Cerrado de Itirapina. Para *D. novemcinctus*, a morfologia do aparato bucal já foi estudada e sugere-se que esta espécie seja especialista em formigas e cupins (Smith & Redford, 1990). Contudo, em populações norte-americanas, a dieta de *D. novemcinctus* é composta por uma grande diversidade de artrópodes, pequenos vertebrados e frutos (Breece & Dusi, 1985; Redford, 1985; Sikes *et al.*, 1990).

A espécie *E. sexcinctus* é considerada 'carnívora – onívora' por alimentar-se de carcaças de animais mortos, pequenos vertebrados, caramujos, vermes, insetos (principalmente formigas) e material vegetal, como raízes, frutos de bromélias e palmeiras (*cf.* Redford, 1985). Para a população estudada, a predição de 'carnivoria – onivoria' foi confirmada, já que indivíduos desta espécie foram os únicos tatus a se alimentarem de invertebrados, vertebrados e frutos. A ocorrência previamente registrada de roedores e frutos na dieta de *E. sexcinctus* (Bezerra *et al.*, 2001; Redford & Wetzel, 1985), também foi confirmada neste estudo.

A espécie *C. unicinctus* teve uma dieta baseada em poucos itens, sugerindo uma maior especialização alimentar quando comparada com *E. sexcinctus* cuja dieta foi mais generalizada. Adicionalmente, a diversidade da dieta (tipo e quantidade de itens) de *C. unicinctus* foi similar durante todo o ano, independentemente da

variação sazonal na disponibilidade destes. Já em *E. sexcinctus* a dieta apresentou grandes modificações sazonais na diversidade de itens consumidos, como já visto para *D. novemcinctus* (Redford, 1985; Sikes *et al.*, 1990). Este padrão indica que a dieta de *E. sexcinctus* é predominantemente baseada nos recursos que estão disponíveis na natureza.

Para *C. unicinctus* e *E. sexcinctus*, houve um consumo muito maior do que o esperado de itens como cupins e formigas. Entretanto, as amostragens de invertebrados de chão de mata realizadas neste estudo devem estar viciadas negativamente para estes dois grupos taxonômicos, uma vez que estes organismos geralmente apresentam distribuição agregada e não se distanciam muito de suas colônias (Hölldobler & Wilson, 1990; Lee & Wood, 1971). Quando um tatu encontra uma colônia de formigas ou de cupins, tem à disposição um recurso muito abundante e de fácil acesso, o que permite que o indivíduo consuma enormes quantidades dessas presas (*e.g.* Guimarães, 1997).

Existe uma grande sobreposição na dieta de *C. unicinctus* e *E. sexcinctus*, que deve-se principalmente ao consumo de cupins e formigas. Esta sobreposição pode gerar competição por recursos alimentares e promover separações ecológicas entre as espécies, como já observado para mamíferos insetívoros na Rússia (Churchfield *et al.*, 1999). A ocorrência diferenciada em habitats e alterações no horário de atividade das espécies são estratégias que podem diminuir a sobreposição de nicho e evitar fortes competições inter-específicas (Churchfield *et al.*, 1999).

No Cerrado de Itirapina, indivíduos de *E. sexcinctus* foram encontrados em atividade durante todo o dia, assim como registrado por Redford & Wetzel (1985).

Todavia, o horário de atividade de *C. unicinctus* em Itirapina é quase totalmente diurno, diferentemente do que foi encontrado por Meritt Jr. (1985), que avistou estes organismos em atividade no período noturno no Paraguai e na Argentina. Loughry & McDonough (1998) constataram que, no Brasil, *D. novemcinctus* tem horário de atividade diferente do que organismos desta mesma espécie de populações norte-americanas. Para esta espécie sabe-se que as oscilações no período de atividade aparentemente são causadas pela variação de temperatura durante as estações do ano (McCusker, 1985; Layne & Glover, 1985). No caso de *C. unicinctus* do Cerrado de Itirapina, entretanto, é possível que a alteração no horário de atividade da população possa ser uma estratégia que visa diminuir a sobreposição de nicho com *E. sexcinctus*.

Na espécie *E. sexcinctus* a atividade dos organismos foi inversamente correlacionada com a disponibilidade de invertebrados de chão. Para *E. sexcinctus* (Brooks, 1995) e *D. novemcinctus* (McCusker, 1985) a atividade ao longo do ano foi também correlacionada negativamente com a temperatura e a pluviosidade. Para *C. unicinctus* não houve correlação com a disponibilidade de presas, entretanto, um maior número de indivíduos ativos foi encontrado durante a época reprodutiva (inverno e primavera). Este padrão sugere que estes animais aumentam sua atividade para maximizar as chances de encontro de parceiros sexuais.

Indivíduos de *E. sexcinctus* foram encontrados em período reprodutivo nos meses de setembro e outubro no Pantanal brasileiro e em janeiro no Uruguai (Redford & Wetzel, 1985). No Cerrado de Itirapina, *E. sexcinctus* foi encontrado em atividade reprodutiva durante quase todo o ano, exceto no outono (março a maio).

Para *D. novemcinctus* sabe-se que o período reprodutivo dura o ano inteiro com maior produção de espermatozóides entre julho e setembro (McCusker, 1985). Esta espécie também pode atrasar a implantação do embrião quando as condições ambientais estão adversas, prolongando a gestação por até 24 meses (Storss *et al.*, 1988). Loughry *et al.* (1998) mostraram que *D. novemcinctus* tem sucesso reprodutivo pequeno, sendo que fêmeas geram, em média, dois filhotes a cada quatro anos, e que estes levam aproximadamente um ano até atingirem a idade adulta (McDonough & Loughry, 1997a; Peppler *et al.*, 1986). Por conseguinte, a taxa de recrutamento dos tatus é baixa e por isso, poucos jovens são encontrados nas populações (McDonough, 2000).

Este trabalho trouxe contribuições importantes para o conhecimento da história natural dos tatus que ocupam o ambiente de Cerrado no Brasil. Particularmente para *C. unicinctus* e *E. sexcinctus* ficou demonstrado que os indivíduos ocupam diferencialmente as fisionomias de Cerrado. Além disto, este foi o primeiro trabalho a quantificar detalhadamente a dieta destas duas espécies ressaltando a importância de frutos na alimentação destes tatus. Estudos futuros devem ser conduzidos para se testar o papel de tatus como potenciais dispersores de sementes em ambientes de Cerrado. Os dados obtidos sobre a dieta de *C. unicinctus* e *E. sexcinctus* em Itirapina apontam também que deve haver competição entre estas duas espécies. Se a atividade diurna de *C. unicinctus* na localidade de estudo é ou não uma estratégia para minimizar esta interação competitiva, este comportamento ainda precisa ser testado experimentalmente. Devido à baixa densidade dos representantes de *Dasypus* na área de estudo, pouca informação consistente sobre a

biologia dessas espécies pôde ser obtida. Estudos futuros sobre a biologia destes organismos no Cerrado brasileiro devem ser desenvolvidos em ambientes predominantemente compostos por mata de galeria, onde a densidade de *D. septemcinctus* e *D. novemcinctus* deve ser maior (Redford, 1994; Redford & Fonseca, 1986; Schaller, 1983).

## Capítulo 2

### Ecologia populacional dos tatus do Cerrado de Itirapina

---

#### 2.1 Introdução

População é um grupo de indivíduos de uma mesma espécie que vive em uma área definida (Case, 2000). Ramos teóricos e práticos da ecologia tentam compreender as causas das variações dos tamanhos das populações naturais e prever suas tendências ao longo das variáveis de tempo e espaço (Case, 2000). Para isso, a descrição de diversos parâmetros da população em estudo é necessária, tais como, tamanho populacional, taxas de sobrevivência, migração, natalidade e mortalidade, padrões de distribuição espacial dos indivíduos, estrutura etária, razão sexual e frequências gênicas (Begon *et al.*, 1990).

O desenvolvimento de métodos estatísticos para estimação de tamanhos populacionais se iniciou, em sua maioria, na década de 50 (Seber, 1973). Desde então, importantes trabalhos têm sido publicados revisando a teoria dos estimadores de tamanho populacional (Chao, 1987; Cormack, 1968; Otis *et al.*, 1978; Pollock *et al.*, 1990; Seber, 1965, 1973, 1982, 1986; White *et al.*, 1982). Atualmente, vários métodos são utilizados para se estimar abundância e densidade animal (ver Wilson *et al.*, 1996), como por exemplo, contagem do número total de animais em uma determinada amostra aleatória, censos aéreos, métodos de remoção, calendário de capturas (*enumeration*) ou métodos de captura—marcação—recaptura (ver Seber, 1982, 1986). Dentre esses, o método mais amplamente utilizado para estimar o

tamanho de populações animais é o de captura – marcação – recaptura (White *et al.*, 1982).

Em experimentos de captura – marcação – recaptura a população é amostrada, em geral, três ou mais vezes. Em todas as ocasiões, os animais capturados não previamente registrados, são marcados com um número de identificação. Os animais que haviam sido registrados em ocasiões amostrais anteriores e foram novamente capturados, são registrados como recapturas. Ao término de cada ocasião amostral todos animais são liberados de volta à população. No final do experimento, a história de captura completa de todos animais capturados daquela população será obtida (Burnham *et al.*, 1987; Cormack, 1968, 1979; Nichols *et al.*, 1981; Otis *et al.*, 1978; Pollock, 1981; Pollock *et al.*, 1990; Seber, 1982, 1986; White *et al.*, 1982). Uma atenção especial deve ser dada à permanência das marcas nos animais, já que perdas devem resultar em uma estimativa viciada da abundância (Pollock *et al.*, 1990).

Com a história de captura dos animais pode – se construir um estimador do parâmetro populacional de interesse que, muitas vezes, é o tamanho da população ( $N$ ). Existem inúmeros métodos de construção de estimadores, como o de momentos (Mood & Graybill, 1963), o de quadrados mínimos (Mood & Graybill, 1963), o *jackknife* (Burnham & Overton, 1979), ou o de verossimilhança máxima (Mood & Graybill, 1963). Para cálculos de tamanho populacional, os estimadores mais usados são construídos por métodos de verossimilhança máxima e *jackknife* (White *et al.*, 1982). No método de verossimilhança máxima a estimativa do tamanho populacional é dada pelo ponto que maximiza a função de verossimilhança. Essa

função é construída associando os dados de história de captura da população em estudo a um modelo de distribuição de probabilidades. Os estimadores de verossimilhança máxima são simples de serem construídos e possuem propriedades ótimas quando assintóticos, como distribuição normal, variância mínima e não são viciados (Mood & Graybill, 1963). Já o estimador de tamanho populacional construído pelo método *jackknife* é construído a partir de uma combinação linear das frequências de capturas. Outros detalhes matemáticos podem ser vistos em Burnham & Overton (1978, 1979) e Otis *et al.* (1978).

A realidade em estudos biológicos é  $n$  – dimensional e não existe um modelo que consiga incorporar todas as variáveis presentes em um sistema (Levin, 1992). Entretanto, o modelo probabilístico usado na construção de estimadores deve ser o que possua a melhor aproximação possível da realidade da população e o mais simples possível para que métodos estatísticos de análise dos dados possam ser construídos (Lindgren, 1993). Esses modelos possuem premissas que não podem ser violadas para que a estimativa do tamanho populacional seja a mais próxima possível da realidade (White *et al.*, 1982). Estatísticos têm classificado os modelos de captura – marcação – recaptura para populações, baseados nas seguintes premissas (ver Otis *et al.*, 1978):

- 1) A população é *fechada* demográfica e geograficamente, ou seja, não existe alteração no tamanho da população no decorrer do estudo. Os modelos para estimativas de tamanho de populações fechadas geram uma visão instantânea da população no espaço e no tempo. Todavia, métodos de captura – marcação – recaptura para populações abertas, onde a premissa de fechamento é relaxada, são

usados para monitoramento da dinâmica populacional por um longo período. Embora, modelos para populações abertas possam estimar parâmetros populacionais adicionais, como taxa de sobrevivência, taxa de entrada (nascimentos + imigração) e taxa de saída (mortalidade + emigração) dos indivíduos da população, estes necessitam grande quantidade de dados coletados e suas premissas são muito mais rigorosas (White *et al.*, 1982).

Testes de bondade do ajuste foram deduzidos para se testar a premissa de fechamento da população (ver Otis *et al.*, 1978). Entretanto, a menos que a amostra seja muito grande e exista uma tendência bastante forte de entradas ou saídas dos indivíduos na população, estes testes têm pouca chance de rejeitar a hipótese nula, ou seja, de que a população é fechada. Por conseguinte, Otis *et al.* (1978) sugerem que a premissa de fechamento de uma população deva ser corroborada mais por características intrínsecas à biologia dos organismos do que por qualquer teste estatístico.

2) As probabilidades de capturas são *iguais* para todos indivíduos em qualquer ocasião amostral. A premissa de igual chance de captura para todos os indivíduos em uma população é bastante improvável em condições naturais (Carothers, 1973; Edwards & Eberhardt, 1967; Nixon *et al.*, 1967). Para modelos de populações abertas, esta premissa não pode ser violada, diferentemente do que pode ocorrer para modelos de populações fechadas. Existem três modelos que incorporam em suas estatísticas a possibilidade das probabilidades de captura serem desiguais (ver Otis *et al.*, 1978): (i) probabilidades de captura podem variar com o tempo (modelo  $M_t$ ), ou seja, a probabilidade de captura dos indivíduos varia entre as

ocasiões amostrais, devido a fatores climáticos; (ii) probabilidades de captura variam devido a respostas comportamentais (modelo  $M_b$ ), sendo que alguns indivíduos podem alterar sua probabilidade após a primeira captura, tanto aumentando (*trap-happy*) quanto diminuindo (*trap-shy*); (iii) probabilidades de captura variam por heterogeneidade dos indivíduos da população (modelo  $M_h$ ), ou seja, as probabilidades variam dependendo das características do animal, como sexo, idade ou dominância social. Além destes, podemos considerar todas as possíveis combinações dos modelos:  $M_{bh}$ ,  $M_{tb}$ ,  $M_{th}$ ,  $M_{tbh}$ , mais o modelo nulo ( $M_o$ ) que não relaxa nenhuma das premissas.

O *software* CAPTURE (Otis *et al.*, 1978) possui estimadores para sete modelos de populações fechadas, mas com probabilidades de captura variáveis:  $M_o$ ,  $M_t$ ,  $M_b$ ,  $M_h$ ,  $M_{bh}$ ,  $M_{tb}$  e  $M_{th}$ . Para a seleção do modelo que melhor ajusta os dados, duas categorias de testes são usadas: testes de bondade de ajuste, onde a hipótese nula ( $H_o$ ) é que o modelo testado ajusta os dados e a hipótese alternativa ( $H_1$ ) é que o modelo não ajusta os dados. Todavia, a hipótese nula pode ser rejeitada mais que uma vez, por exemplo, aceitando as hipóteses alternativas de que  $M_b$  e  $M_{bh}$  ajustam os dados. Todos os modelos estão aninhados hierarquicamente, com alguns mais complexos e outros mais simples. Assim, um segundo teste de razão de verossimilhança deve ser realizado para se testar se o modelo mais simples ajusta tão bem os dados quanto o mais complexo, onde a hipótese nula ( $H_o$ ) é que o modelo mais simples ajusta os dados e a hipótese alternativa é que o modelo mais complexo ajusta os dados. Quanto mais simples o modelo, menor é o número de parâmetros a ser estimado e deve ser preferido (White *et al.*, 1982).

Métodos de captura—marcação—recaptura para populações fechadas têm sido freqüentemente usados para a estimativa de tamanho populacional de mamíferos de pequeno porte, como roedores e marsupiais (Ellison & van Riper, 1998; Quental *et al.*, 2001), de médio porte, como mangustos e coelhos (Corn & Conroy, 1998; Skalski *et al.*, 1983) e de grande porte, como cetáceos (Wilson *et al.*, 1999). Dados sobre tamanho populacional de tatus disponíveis na literatura provêm de estudos realizados nos Estados Unidos com a espécie *D. novemcinctus* (Loughry & McDonough, 1996; McDonough, 1992), os quais estimaram a densidade populacional desta espécie como sendo de 1,42 indivíduos por hectare. Informações sobre a ecologia de populações dos tatus neotropicais são limitadas ao trabalho de Schaller (1983), que estimou o tamanho populacional para as populações de *D. novemcinctus*, *E. sexcinctus* e *Tolypeutes matacus* em uma área do Pantanal brasileiro, encontrando cerca de 0,21, 0,57 e 0,43 indivíduos por hectare, respectivamente. Desta maneira, as informações sobre tamanho populacional dos tatus no Cerrado da Estação Ecológica de Itirapina são importantes, pois fornecem dados básicos e inéditos sobre essas espécies nesse bioma.

Deste modo, este capítulo tem como objetivo descrever parâmetros populacionais das duas espécies mais abundantes na área de estudo, *C. unicinctus* e *E. sexcinctus*. Especificamente o capítulo versa sobre as seguintes questões:

- (A) Qual o tamanho populacional dessas espécies?
- (B) Como a razão sexual está distribuída?
- (C) Qual a estrutura etária das populações?

## 2.2 Métodos de captura

### 2.2.1 *Armadilhas de interceptação e queda*

A captura dos tatus da Estação Ecológica de Itirapina foi efetuada com armadilhas de interceptação e queda (*pitfall traps with drift fence*) (Wilson *et al.*, 1996). As armadilhas foram instaladas em linhas de 45 m contendo quatro baldes plásticos de 100 litros (um balde a cada 15 m) unidos por cerca guia de tela plástica de aproximadamente 65 cm de altura (Figura 6). A cerca foi enterrada 10 cm no solo e foi mantida em posição vertical por estacas de madeira. Duas linhas de 45 m, distantes 100 m entre si e contendo oito baldes no total compunham um conjunto oito baldes por conjunto. Três conjuntos de linhas foram instalados, distantes no mínimo 500 m entre si, em três fisionomias do Cerrado: campo sujo, campo cerrado e matas de galeria. As armadilhas eram vistoriadas a cada 24 horas e permaneceram abertas durante dez dias não consecutivos por mês. No total, o esforço amostral representado pelas armadilhas foi de 18 linhas, 810 metros de cerca guia, 72 baldes e 17.280 horas de coleta mensal.

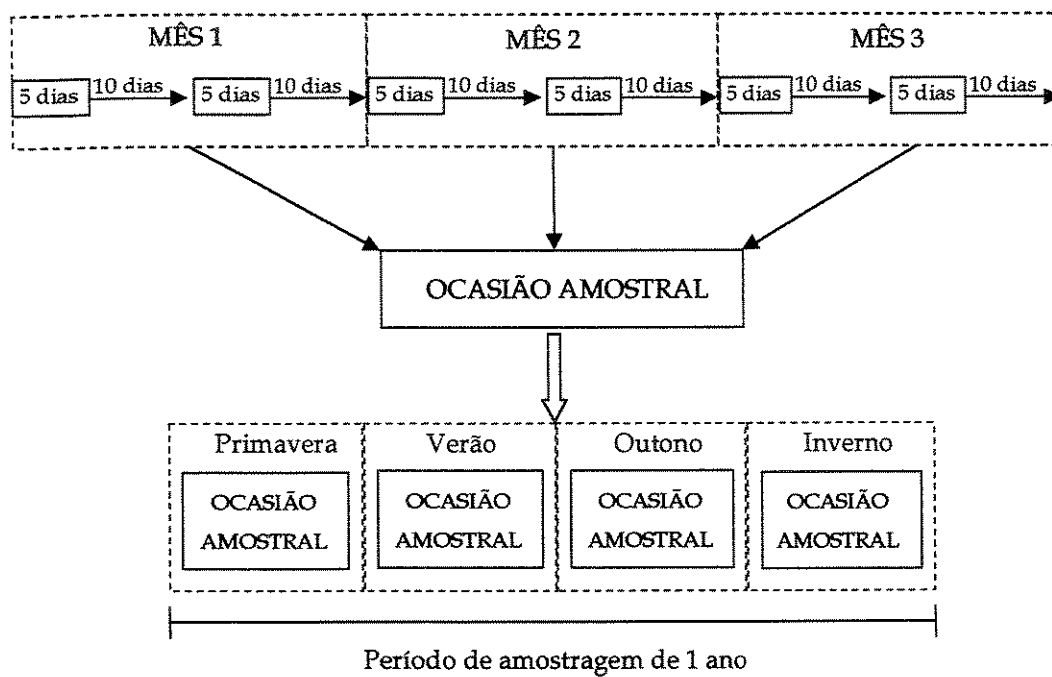
### 2.2.2 *Capturas ocasionais*

Estradas abertas na vegetação (10 metros de largura) para acesso às armadilhas foram consideradas como transectos para um segundo método de amostragem dos tatus. Tais estradas foram percorridas com carros, motos ou a pé

duas vezes por dia (ida e volta) no mesmo período em que as armadilhas foram vistoriadas. Ao se avistar um animal, tentava-se capturá-lo manualmente. Caso a captura fosse efetivada, o animal era marcado e liberado. Tais estradas atravessam grande parte da área pertencente à Estação Ecológica de Itirapina passando por ambientes de campo sujo, campo cerrado e matas de galeria (Figuras 2 e 3).

### 2.3 Coleta e análise de dados

O estudo populacional dos tatus do Cerrado de Itirapina foi realizado entre setembro de 1999 e maio de 2001, totalizando 210 dias de esforço amostral. Neste período os animais foram capturados tanto por armadilhas quanto por capturas ocasionais. Para a estimativa de tamanho populacional, dados de seis viagens ao campo foram agrupados para se formar uma *ocasião amostral* (Figura 14). Cada ocasião amostral consistiu de um período de três meses coincidente às estações do ano. O esforço em cada ocasião amostral equívaleu a 30 dias nas armadilhas e 30 passagens completas (idas e voltas) pelas estradas. Quando um animal era pego mais de uma vez na mesma ocasião amostral, considerou-se apenas um evento de captura. Recapturas só foram consideradas quando um animal foi capturado uma vez em uma ocasião amostral e pego novamente em outra ocasião amostral. Ao todo, foram realizados 21 meses de capturas divididos em 7 ocasiões amostrais correspondentes às seguintes estações do ano: primavera de 1999, verão, outono, inverno e primavera de 2000 e verão e outono de 2001.



**Figura 14 - Esquema de uma ocasião amostral para as estimativas de tamanho populacional dos tatus do Cerrado de Itirapina.**

## 2.4 Marcação

Os tatus capturados nas armadilhas ou por captura ocasional foram marcados com brincos numerados (*ear-tags*) colocados na parte posterior de cada uma das orelhas (Figura 15A). Também foi colado um número de fita adesiva reflexiva de cor prateada na parte posterior do dorso dos animais (Figura 15B). Esta marcação permitiu registros de recaptura somente pelo avistamento do animal ( $n = 2$ ). Cicatrizes também foram anotadas para auxiliar a posterior identificação de indivíduos que, eventualmente, perdessem as marcações (*cf.* Clark, 1951; Layne & Glover, 1977; McDonough, 1997; Loughry & McDonough, 1998).

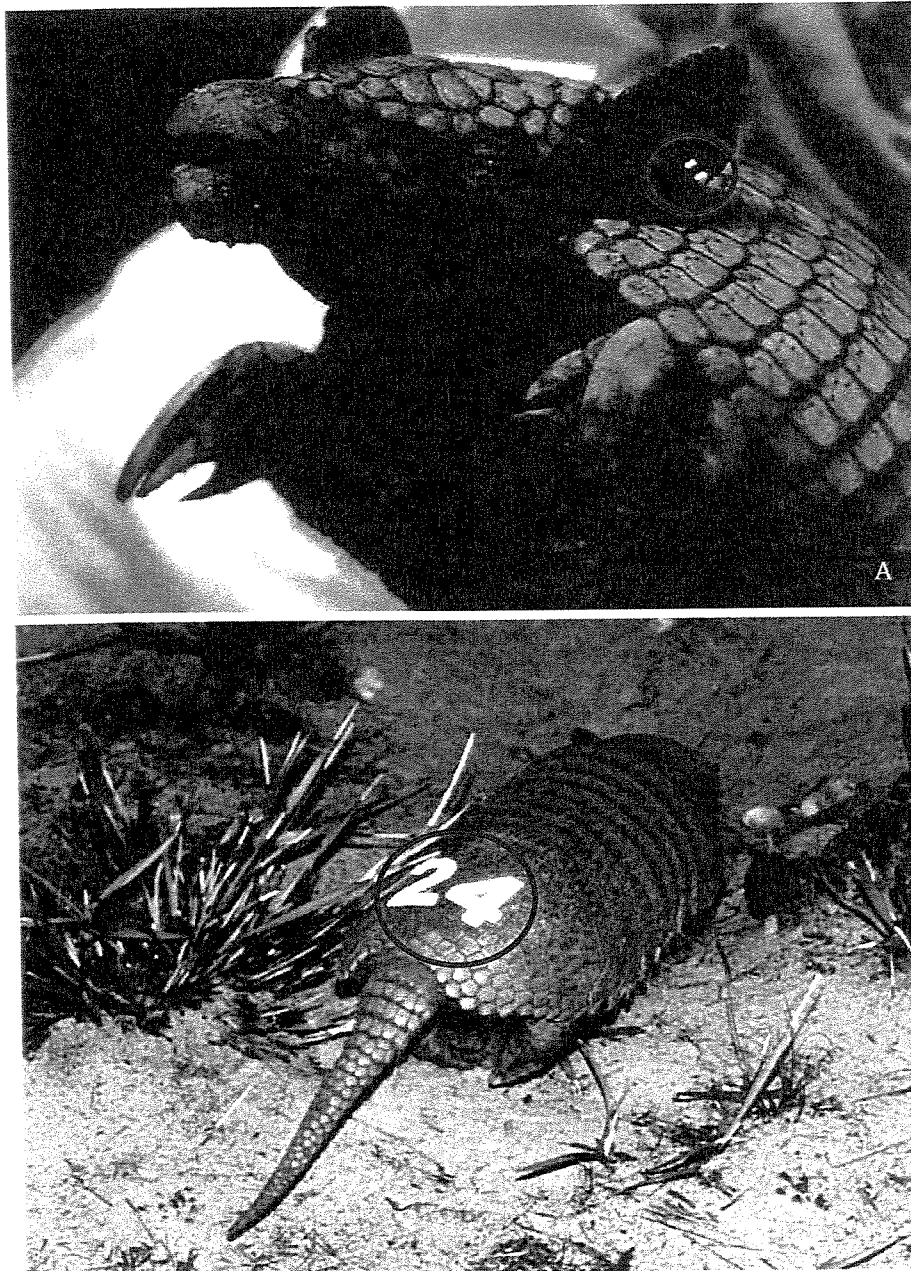


Figura 15 - Marcação realizada nos tatus capturados no Cerrado de Itirapina; (A) Brincos numerados; (B) Fita adesiva reflexiva.

## 2.5 Estimativas do tamanho populacional

Após a marcação, dados de história de capturas, sexo, idade e posição da captura dos animais foram tomados e, em seguida, estes foram liberados próximos (ca. 1 m) ao ponto de captura. O sexo dos animais foi definido com base em características morfológicas externas (cf. Loughry & McDonough, 1998) e a razão sexual das espécies foram comparadas com testes de bondade do ajuste. A diferenciação etária dos indivíduos de tatus foi feita com base na dureza da carapaça dos animais. Tatus com carapaça mole foram considerados juvenis e com carapaças duras, considerados adultos. Devido à grande diferença entre o número de indivíduos obtidos para cada classe etária, não foi necessária a utilização de nenhum teste estatístico. O deslocamento foi calculado pela média das distâncias em linha reta, percorridas pelos animais entre as capturas e recapturas (Wilson *et al.*, 1996). Dentre as quatro espécies com ocorrência registrada no local, apenas *C. unicinctus* e *E. sexcinctus* foram capturadas em quantidades suficientes para que seus parâmetros populacionais pudessem ser estimados. Para estas espécies testes de bondade do ajuste foram usados para se testar a premissa de ‘fechamento de população’ usando-se a rotina ‘Test Closure’ do programa CAPTURE desenvolvido por Otis *et al.* (1978). Em seguida, a rotina ‘Model Selection’ foi utilizada para se testar qual o melhor modelo ajustava os dados. Por fim, foi executada a rotina ‘Estimate’ para que as estimativas de tamanho populacional pudessem ser calculadas. De maneira simplificada, a densidade dos animais foi calculada pelo tamanho populacional

estimado dividido pela área do local onde o estudo foi realizado (500 ha ; *cf.* Wilson *et al.*, 1996).

Os tatus coletados (Licença IBAMA nº 02027.010426/99-21) ou encontrados mortos na área de estudo não foram considerados para as análises de estimativas de tamanho populacional. Este material foi depositado na coleção científica de mamíferos do Museu de História Natural da Unicamp (ZUEC).

## 2.6 Resultados

Ao todo, 97 indivíduos de quatro espécies de tatus foram capturados durante o período de estudo (Figura 11). Com as armadilhas, 32 indivíduos foram capturados, marcados e liberados, sendo 20 da espécie *Cabassous unicinctus*, nove de *Euphractus sexcinctus*, dois de *Dasypus septemcinctus* e um de *D. novemcinctus*. Já com o método de capturas ocasionais, obteve-se um total de 53 tatus, sendo 29 *C. unicinctus*, 22 *E. sexcinctus*, um *D. novemcinctus* e um *D. septemcinctus*. Nove tatus foram recapturados entre as ocasiões amostrais, todos pelo método de captura ocasional, sendo cinco recapturas de *E. sexcinctus* e quatro de *C. unicinctus*. Cinco indivíduos de *C. unicinctus*, quatro de *E. sexcinctus*, dois de *D. novemcinctus* e um de *D. septemcinctus* foram coletados ou encontrados mortos na área de estudo ou em suas proximidades.

A razão sexual (Figura 16) em *C. unicinctus* não foi desviada para nenhum dos sexos, sendo encontrado 0,86 fêmeas para cada macho capturado ( $n = 39$ ;  $\chi^2 = 0,23$ ; GL = 1;  $p > 0,10$ ). Entretanto, para a espécie *E. sexcinctus* a proporção de

machos capturados foi muito maior que a proporção de fêmeas (0,18:1) ( $n = 26$ ;  $\chi^2 = 12,4$ ; GL = 1;  $p < 0,01$ ). Os indivíduos capturados foram em sua maioria adultos para as quatro espécies de tatus (Figura 17). O deslocamento médio de *E. sexcinctus* foi de  $750 \pm 250$  m ( $n = 4$ ; amplitude = 0 - 1.500 m) e de *C. unicinctus* foi de  $140 \pm 134,6$  m ( $n = 5$ ; amplitude = 0 - 300 m).

As populações de *C. unicinctus* ( $Z = -1,12$ ;  $p = 0,13$ ) e *E. sexcinctus* ( $Z = -1,58$ ;  $p = 0,06$ ) foram consideradas fechadas durante o período do estudo. Para as duas espécies, dois modelos foram considerados apropriados para descrever a população:  $M_0$  (Modelo Nulo) e  $M_h$  (Modelo de Heterogeneidade nas probabilidades de captura). Embora, deva-se optar pelo modelo mais simples selecionado ( $M_0$ ), White *et al.* (1982) sugerem que neste caso, o modelo  $M_h$  deva ser escolhido pois é mais robusto que o modelo nulo. Assim, as estimativas foram calculadas apenas com o modelo  $M_h$ . Para *C. unicinctus*, a estimativa de tamanho populacional ( $\hat{N}$ ) na área de estudo (500 ha) obtida pelo modelo  $M_h$  foi de 133 indivíduos (EP = 19,79; IC95% = 101 - 179;  $\hat{p} = 0,04$ ). Para a espécie *E. sexcinctus*, o tamanho populacional estimado ( $\hat{N}$ ) pelo modelo  $M_h$  foi de 68 indivíduos (EP = 14,77; IC95% = 47 - 106;  $\hat{p} = 0,05$ ). A densidade estimada para *C. unicinctus* foi de 0,26 indivíduos por hectare e para *E. sexcinctus* foi de 0,14 ind./ha.

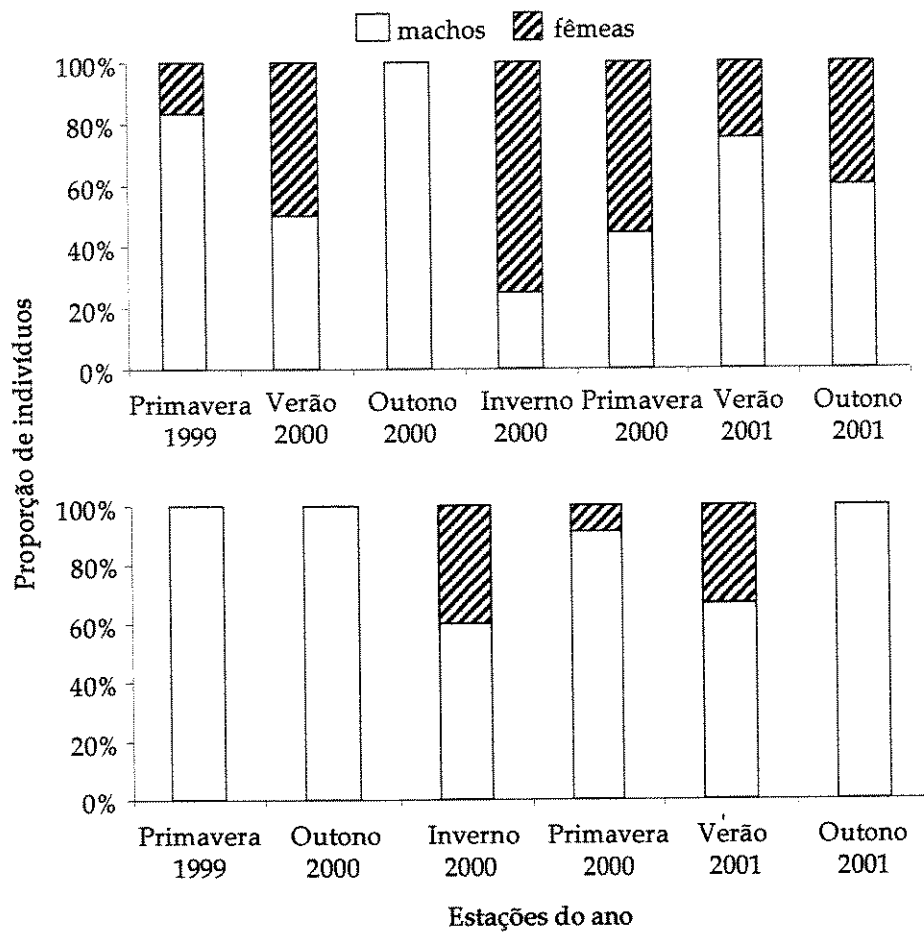


Figura 16 - Razão sexual das populações de *C. unicinctus* (acima) e *E. sexcinctus* (abaixo) do Cerrado de Itirapina.

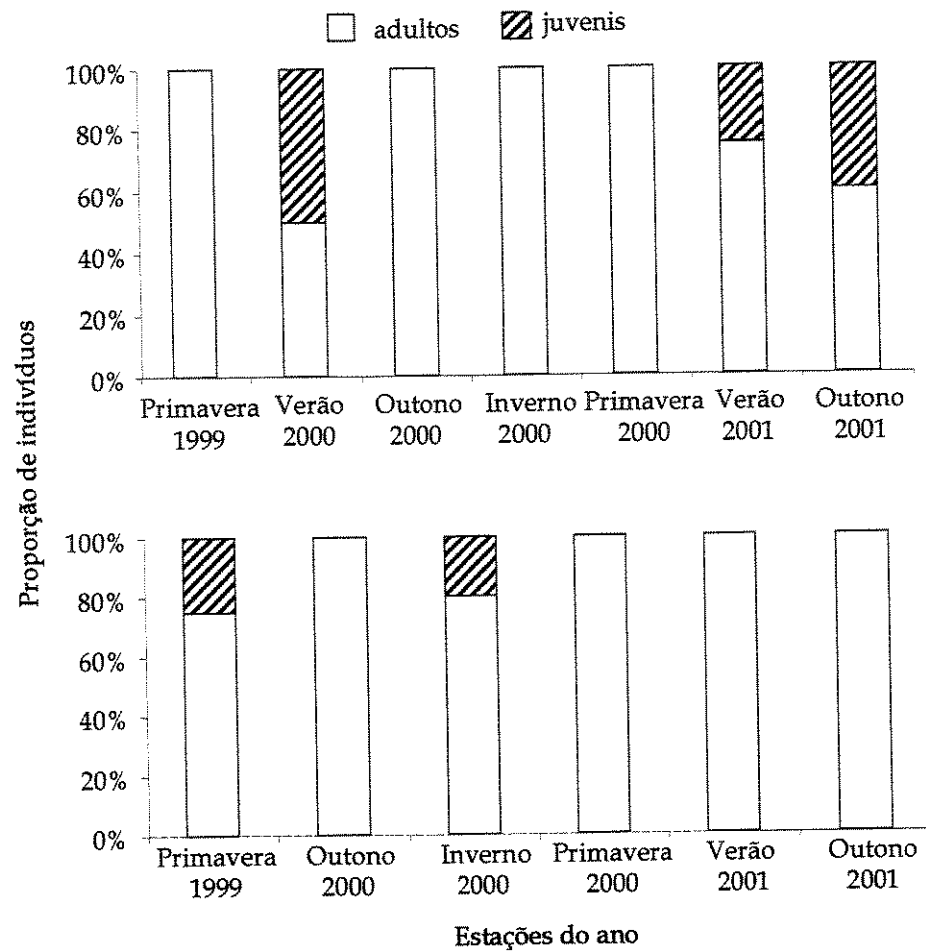


Figura 17 - Estrutura etária das populações de *C. unicinctus* (acima) e *E. sexcinctus* (abaixo) do Cerrado de Itirapina.

## 2.7 Discussão

O método de captura ocasional, onde o animal é capturado manualmente, foi o método mais efetivo tanto para capturar quanto para recapturar animais neste estudo. Este método já foi utilizado com sucesso em outros estudos com tatus (Breece & Dusi, 1985; McDonough, 1997; Carter & Encarnação, 1983). Outros métodos utilizados para capturar tatus usam cães (Barreto *et al.*, 1985; Bergman *et al.*, 1995; Carter & Encarnação, 1983), armadilhas colocadas na entrada das tocas (Santos, 1950; Carter & Encarnação, 1983) ou armas de fogo para coleta dos organismos (Baker, 1943; Sikes *et al.*, 1990). O método de captura de tatus com armadilhas de interceptação e queda foi utilizado pela primeira vez neste estudo. Embora este método tenha sido tradicionalmente empregado na captura de anfíbios, serpentes e pequenos mamíferos terrestres (ver Greenberg *et al.*, 1994; Heyer *et al.*, 1993; Wilson *et al.*, 1996), ele foi efetivo também na captura de tatus. Os resultados obtidos neste estudo ressaltam também a importância de se empregar mais de um método de captura para estudos de tamanho populacional de tatus.

Os testes que avaliaram o fechamento da população mostraram que provavelmente esta premissa não foi violada. Isto quer dizer que provavelmente não houve acréscimos nem diminuições no tamanho populacional das duas espécies no decorrer do estudo devido a nascimentos, mortes ou migrações. Alguns poucos indivíduos jovens, entretanto, apareceram na população durante as amostragens (Figura 17), sugerindo que o tamanho populacional estivesse sendo modificado ao longo do estudo. Todavia, White *et al.* (1982) sugerem que pequenas alterações no

número de indivíduos não são suficientes para se afirmar que a premissa de fechamento foi violada. Somente uma forte tendência a acréscimos ou diminuições no número de indivíduos da população, faria com que um modelo para populações abertas fosse necessário (White *et al.*, 1982). Adicionalmente, Otis *et al.* (1978) sugerem que a premissa de fechamento de uma população deva ser corroborada não só pelos testes mas também por características da história de vida dos organismos, tais como mobilidade e frequência de reprodução. Os testes para avaliação da premissa de fechamento só são confiáveis quando os modelos  $M_0$  ou  $M_h$  são escolhidos, pois modelos que permitem variações comportamentais e temporais ( $M_b$ ,  $M_t$ ,  $M_{bh}$ ,  $M_{th}$ ,  $M_{tb}$ ,  $M_{tbh}$ ) nas probabilidades de captura fazem com que a hipótese de fechamento da população seja rejeitada mesmo sendo verdadeira (White *et al.*, 1982). Neste estudo, para as duas espécies estudadas, os dois modelos ( $M_0$  e  $M_h$ ) foram escolhidos, mostrando que os resultados dos testes de fechamento demográfico são confiáveis. Além disto, sob o aspecto biológico, estas populações também podem ser consideradas fechadas demograficamente, pois o ciclo de vida desses organismos é longo quando comparado à escala temporal utilizada no estudo. O tempo médio desde a fecundação, implantação, gestação e desenvolvimento até a idade adulta dos tatus pode variar de 12 a 24 meses (Redford, 1994; Redford & Wetzel, 1985; Nowak, 1991), o sucesso reprodutivo dos tatus pode ser pequeno (veja Capítulo 1) e o tempo médio de vida em cativeiro varia entre 15 e 20 anos para ambas espécies (Redford & Wetzel, 1985; Nowak, 1991). As barreiras naturais, como plantações de espécies exóticas (eucaliptos e pinheiros) e lagoas nas áreas limítrofes à reserva da Estação Ecológica do Cerrado de Itirapina (Figura 2) confeririam às populações dos tatus

*C. unicinctus* e *E. sexcinctus* poucas possibilidades de migração e consequentemente fechamento geográfico.

A rotina 'Model Selection' do programa CAPTURE selecionou o modelo  $M_h$  como o que melhor explica os dados e o que é mais robusto nas estimativas do tamanho populacional das duas espécies estudadas. Menkens & Anderson (1988) alertam que a opção do programa CAPTURE 'Model Selection' não faz a escolha correta de estimadores quando as populações ou as probabilidades de captura são muito pequenas, resultando em estimativas com vício ou erro padrão irreal. Uma das pressuposições deste modelo é que as probabilidade de captura dos animais podem variar por diversas razões intrínsecas da população, como diferenças no sexo, idade e dominância social (White *et al.*, 1982). Encontrar quais fatores atuam para diferenciar as probabilidades de captura dos animais é bastante difícil, mas os resultados deste trabalho mostram que, pelo menos para *E. sexcinctus* existe um grande desvio da razão sexual, sugerindo que a população é realmente desviada para machos ou que os machos têm probabilidade muito maior que as fêmeas de serem capturados. Segundo Loughry & McDonough (1998), as populações de tatus no Brasil apresentam, geralmente, razão sexual desviada para um número maior de machos.

As estimativas de tamanho populacional ( $\hat{N}$ ), tiveram medidas de precisão razoáveis. Entretanto, para nenhuma das espécies, a probabilidade de captura estimada ( $\hat{p}$ ) foi maior do que 0,05. Tal valor, inerente a estudos populacionais de mamíferos (Rosenberg *et al.*, 1995), faz com que as estimativas sejam bastante viciadas e imprecisas. O estimador *jackknife* construído para se estimar o tamanho

populacional de uma população modelada com o  $M_h$  subestima levemente o  $\hat{N}$  quando as probabilidades de captura são muito pequenas (Burnham & Overton, 1979). Entretanto, vários trabalhos que utilizaram estimadores de verossimilhança máxima para o modelo  $M_h$  produzem estimativas muito viciadas negativamente (White *et al.*, 1982). Hallett *et al.* (1991) sugerem que, para se reduzir os vícios gerados por probabilidades de captura pequenas no modelo  $M_h$ , vários métodos de captura dos animais devem ser realizados com aleatorização dos locais das capturas. Entretanto, Burnham & Overton (1979) afirmam que as premissas matemáticas do modelo exigem igual esforço de amostragem com armadilhas preferivelmente fixas, como as utilizadas neste estudo.

Otis *et al.* (1978) e White *et al.* (1982) questionam o uso de métodos de captura—marcação—recaptura para tamanhos populacionais pequenos. Estes autores sugerem que um bom estudo deste tipo só pode ser realizado quando o número mínimo de organismos observados for maior que 25 e a probabilidade de captura for maior que 0,3 para tamanhos populacionais menores que 100. Esta informação não é estimulante às pesquisas em ecologia de mamíferos já que inúmeros trabalhos falham em encontrar tais características nas populações estudadas (Menkens & Anderson, 1988). Estudos com poucos indivíduos capturados têm usado o método de calendário de capturas (*enumeration*) (Hilborn *et al.*, 1976; Slade & Blair, 2000), entretanto, tal método tem estimado o tamanho populacional com um vício negativo muito marcado quando comparado a outros métodos de captura—marcação—recaptura (Efford, 1992; Pollock *et al.*, 1990).

Pollock (1982) deduziu um modelo que combina premissas de populações abertas e fechadas sendo robusto quando existe variação no tamanho populacional durante o estudo e variações nas probabilidades de captura devido à heterogeneidade e resposta comportamental dos indivíduos. Este tipo de modelo é recomendado para estudos de longa duração que possam ser divididos em ocasiões amostrais primárias (meses ou anos) e secundárias (quinzenais ou diárias). Os modelos de população fechada são usados para estimar a população *dentro* do período primário de capturas, enquanto o modelo de população aberta Jolly – Seber é usado para estimar a população *entre* estes períodos. Este método tem sido usado com sucesso em populações de roedores com probabilidades de captura heterogêneas mas com alta probabilidade de captura nos períodos secundários (Nichols *et al.*, 1984). Para usar tal método no presente estudo, as amostras deveriam ser bem maiores dentro dos períodos primários (estações).

A densidade estimada de 0,26 indivíduos por hectare para *C. unicinctus* é a primeira disponível na literatura. Já para a espécie *E. sexcinctus* a densidade já havia sido estimada como sendo de 0,57 ind./ha através de métodos de contagem (*enumeration*) no Pantanal brasileiro (Schaller, 1983). Esta densidade é muito maior do que a encontrada no Cerrado, que foi de 0,14 ind./ha. Esta diferença pode ser devido ao tipo de ambiente onde as duas populações ocorrem ou por vícios nas estimativas causadas pelo tipo de método utilizado. Segundo Robinson & Redford (1986), as densidades populacionais de mamíferos neotropicais estão relacionadas com a dieta e massa corporal das espécies. Assim, a densidade da população declinaria com o aumento de massa corporal média e as espécies com níveis tróficos

mais altos tenderiam a ser menos densas do que consumidores primários. Por conseguinte, a espécie *C. unicinctus* teria populações maiores por seus indivíduos pesarem menos que os da espécie *E. sexcinctus* e por utilizarem de maneira diferente os recursos alimentares no Cerrado de Itirapina (veja Capítulo 1).

## Conclusão Geral

- 1) Quatro espécies de tatus ocorrem no Cerrado da Estação Ecológica do Instituto Florestal de Itirapina: *Cabassous unicinctus*, *Dasytus septemcinctus*, *D. novemcinctus* e *Euphractus sexcinctus*.
- 2) As espécies *C. unicinctus* e *E. sexcinctus* ocorrem em proporções maiores do que a esperada em áreas com fisionomias mais complexas, como campo cerrado e mata de galeria.
- 3) Invertebrados foram os itens mais freqüentes na dieta das espécies *C. unicinctus*, *E. sexcinctus* e *D. septemcinctus*. Vertebrados estiveram presentes somente nas amostras de *E. sexcinctus*. Os itens de origem vegetal foram encontrados para as espécies *C. unicinctus* e *E. sexcinctus*. O consumo de vegetais é uma informação inédita para a espécie *C. unicinctus*.
- 4) *Cabassous unicinctus* tem um grau de especialização na dieta muito maior do que a espécie *E. sexcinctus*. Em várias estações do ano, a espécie *C. unicinctus* se alimentou mais de cupins e formigas do que o esperado. *Euphractus sexcinctus* se alimentou mais de cupins e baratas do que o esperado em algumas estações.
- 5) Os tatus da espécie *C. unicinctus* foram ativos durante o dia, principalmente no período das 1000h – 1400h. Já os indivíduos de *E. sexcinctus* foram registrados em atividade durante todos os horários com maior freqüência entre 1800h – 2200h.

- 6) O número de indivíduos em atividade da espécie *E. sexcinctus* pode ser explicado pela disponibilidade de presas. A atividade dos tatus da espécie *C. unicinctus* pode estar relacionada à época reprodutiva desta espécie.
- 7) A razão sexual em *C. unicinctus* não foi desviada para nenhum dos sexos. Entretanto, para a espécie *E. sexcinctus* a proporção de machos capturados foi muito maior que a proporção de fêmeas.
- 8) Os indivíduos capturados foram em sua maioria adultos para as quatro espécies de tatus.
- 9) Para *C. unicinctus*, a estimativa de tamanho populacional na área de estudo foi de 133 indivíduos (EP = 19,79). Para a espécie *E. sexcinctus*, o tamanho populacional estimado foi de 68 indivíduos (EP = 14,77).

## Bibliografia Citada

- Alcock, J. 2001. *Animal Behavior: An Evolutionary Approach*. (7<sup>th</sup> Ed.). Univ. Toronto Press, Toronto.
- Alho, C. J. R. 1994. Distribuição da fauna num gradiente de recursos em mosaico. 213–262. In: *Cerrado: Caracterização, Ocupação e Perspectivas*. M. N. Pinto (Org.). Ed. Univ. de Brasília, Brasília.
- Baker, R. H. 1943. May food habits of armadillo in eastern Texas. *Am. Midl. Nat.*, 19: 379–380.
- Barreto, M.; P. Barreto & A. D'alessandro. 1985. Colombian armadillos: stomach contents and infection with *Trypanosoma cruzi*. *J. Mammal.*, 66: 188–193.
- Begon, M.; J. L. Harper & C. R. Townsend. 1990. *Ecology: Individuals, Populations, and Communities*. (2<sup>nd</sup> Ed.). Blackwell, Oxford.
- Bergman, D. L.; R. D. Bluett & A. R. Tripton. 1995. An alternative method for capturing armadillos. *South. Nat.*, 40: 414–416.
- Bezerra, A. M. R.; F. H. G. Rodrigues & A. P. Carmignotto. 2001. Predation of rodents by the yellow armadillo (*Euphractus sexcinctus*) in Cerrado of the Central Brazil. *Mammalia*, 65: 86–88.
- Bolkovic, M. L.; S. M. Caziani & J. J. Protomastro. 1995. Food habits of the three-banded armadillo (Xenarthra: Dasypodidae) in the dry chaco, Argentina. *J. Mammal.*, 76: 1199–1204.
- Borror, D. J. & D. M. DeLong. 1969. *Introdução ao Estudo dos Insetos*. Edgard Blücher, São Paulo.

- Breece, G. A. & J. L. Dusi. 1985. Food habits and home range of the common long-nosed armadillo *Dasypus novemcinctus* in Alabama. 419–428. In: *Evolution and Ecology of Sloths, Armadillos and Vermiliguas*. G. G. Montgomery (Ed.). Smithsonian Inst. Press, Washington.
- Brooks, D. M. 1995. Distribution and limiting factors of edentates in the Paraguayan Chaco. *Edentata*, 2: 10–15.
- Burnham, K. P. & W. S. Overton. 1978. Estimation of the size of a closed population when capture probabilities vary among animals. *Biometrika*, 65: 625–633.
- Burnham, K. P. & W. S. Overton. 1979. Robust estimation of population size when capture probabilities vary among animals. *Ecology*, 60: 927–936.
- Burnham, K. P.; D. R. Anderson; G. C. White; C. Brownie & K. H. Pollock. 1987. Design and analysis methods for fish survival experiments based on release–recapture. *Am. Fish. Soc. Monogr.*, 5: 1–437.
- Carothers, A. D. 1973. The effects of unequal catchability on Jolly–Seber estimates. *Biometrics*, 29: 79–100.
- Carter, T. S. & C. D. Encarnação. 1983. Characteristics and use of burrows by four species of armadillos in Brazil. *J. Mammal.*, 64: 103–108.
- Case, T. J. 2000. *An Illustrated Guide to Theoretical Ecology*. Oxford Univ. Press., Oxford.
- Chao, A. 1987. Estimating the population size for capture–recapture data with unequal catchability. *Biometrics*, 43: 783–791.

- Churchfield, S.; V. A. Nesterenko & E. A. Shvarts. 1999. Food niche overlap and ecological separation amongst six species of coexisting forest shrews (Insectivora: Soricidae) in the Russian Far East. *J. Zool.*, 248: 349–359.
- Clark, W. K. 1951. Ecological life history of the armadillo in the eastern Edwards Plateau region. *Am. Midl. Nat.*, 46: 337–358.
- Cormack, R. M. 1968. The statistics of capture–recapture methods. *Oceanogr. Mar. Bio. Ann. Rev.*, 6: 455–506.
- Cormack, R. M. 1979. Models for capture–recapture. 217–255. In: *Sampling Biological Populations.* R. M. Cormack; G. P. Patil & D. S. Robson (Eds.). International Co–operative Publishing House, Maryland.
- Corn, J. L. & M. J. Conroy. 1998. Estimation of density of mongooses with capture–recapture and distance sampling. *J. Mammal.*, 79: 1009–1015.
- Coutinho, L. M. 1978. O conceito de Cerrado. *Revta. brasil. Bot.*, 1: 17–23.
- Day, M. G. 1966. Identification of hair and feather remains in the gut and faeces of stoats and weasels. *J. Zool.*, 148: 201–217.
- Denson, R. D. 1979. Agression and tumbling among armadillos. *South. Nat.*, 24: 697–698.
- Edwards, W. R. & L. L. Eberhardt. 1967. Estimating cottontail abundance from live trapping data. *J. Wildl. Manage.*, 31: 87–96.
- Efford, M. 1992. Comment—revised estimates of the bias in the 'minimum number alive' estimator. *Can. J. Zool.*, 70: 628–631.
- Ellison, L. E. & C. van Riper. 1998. A comparison of small–mammal communities in a desert riparian. *J. Mammal.*, 79: 972–985.

- Emmons, L. H. & F. Feer. 1997. *Neotropical Rainforest Mammals: a Field Guide*. (2<sup>nd</sup> Ed.). Univ. Chicago Press, Chicago.
- Engelmann, G. F. 1985. The phylogeny of Xenarthra. 51–64. In: *Evolution and Ecology of Sloths, Armadillos and Vermiliguas*. G. G. Montgomery (Ed.). Smithsonian Inst. Press, Washington.
- Facure, K. G. 1996. Ecologia alimentar do cachorro—do—mato, *Cerdocyon thous* (Carnivora—Canidae), no Parque Florestal do Itapetinga, município de Atibaia, sudeste do Brasil. Dissertação de Mestrado, Univ. Estadual de Campinas, Campinas, SP.
- Gardner, A. L. 1993. Order Xenarthra 63–68 In: *Mammals Species of the World: a Taxonomic and Geographic Reference*. D. E. Wilson & D. M. Reeder (Eds.). Smithsonian Inst. Press, Washington.
- Gianotti, E. 1988. Composição florística e estrutura fitossociológica da vegetação de Cerrado e mata ciliar da Estação Experimental de Itirapina (SP). Dissertação de Mestrado. Univ. Estadual de Campinas, Campinas, SP.
- Glass, B. P. 1985. History of classification and nomenclature in Xenarthra (Edentata). 1–4. In: *Evolution and Ecology of Sloths, Armadillos and Vermiliguas*. G. G. Montgomery (Ed.). Smithsonian Inst. Press, Washington.
- Greenberg, C. H.; D. G. Neary & L. D. Harris. 1994. A comparison of herpetofaunal sampling effectiveness of pitfall, single—ended, and double—ended funnel traps used with drift fences. *J. Herpetol.* 28: 319–324.

- Guimarães, M. M. 1997. Área de vida, territorialidade e dieta do tatu-bola, *Tolypeutes tricinctus* (Xenarthra, Dasypodidae), num Cerrado do Brasil Central. Dissertação de Mestrado. Univ. de Brasília, Brasília, DF.
- Hallett, J. G.; M. A. O'Connell; G. D. Sanders & J. Seidensticker. 1991. Comparison of population estimators for medium-sized mammals. *J. Wildl. Manage.*, 55: 81–93.
- Heyer W. R.; M. A. Donnely; R. W. McDiarmid; L. C. Hayek & M. S. Foster. 1993. *Measuring and Monitoring Biological Diversity. Standard Methods for Amphibians*. Smithsonian Inst. Press, Washington.
- Hilborn, R.; J. A. Redfield & C. J. Krebs. 1976. On the reliability of enumeration for mark and recapture census of voles. *Can. J. Zool.*, 54: 1019–1024.
- Hölldobler, B. & E. O. Wilson. 1990. *The Ants*. Harvard Univ. Press, Cambridge.
- Jong, W. W.; A. Zweers; K. A. Joysey; J. T. Gleaves & D. Boulter. 1985. Protein sequence analysis applied to Xenarthran and Pholidote phylogeny. 65–76. In: *Evolution and Ecology of Sloths, Armadillos and Vermiliguas*. G. G. Montgomery (Ed.). Smithsonian Inst. Press, Washington.
- Krebs, C. J. 1999. *Ecological Methodology*. (2<sup>nd</sup> Ed.). Addison Wesley Longman Inc., California.
- Layne, J. N. & D. Glover. 1977. Home-range of the armadillo in Florida. *J. Mammal.*, 58: 411–413.
- Layne, J. N. & D. Glover. 1985. Activity patterns of the common long-nosed armadillo *Dasypus novemcinctus* in south-central Florida. 407–418. In:

- Evolution and Ecology of Sloths, Armadillos and Vermiliguas*. G. G. Montgomery (Ed.). Smithsonian Inst. Press, Washington.
- Lee, K. E. & T. G. Wood. 1971. *Termites and Soils*. Academic Press, London.
- Levin, S. A. 1992. The problem of pattern and scale in ecology. *Ecology*, 73: 1943–1967.
- Lindgren, B. W. 1993. *Statistical Theory*. (4<sup>th</sup> Ed.). CRC Press, Oxford.
- Loughry, W. J. & C. M. McDonough. 1994. Scent discrimination by infant nine-banded armadillos. *J. Mammal.*, 75: 1033–1039.
- Loughry, W. J. & C. M. McDonough. 1996. Are road kills valid indicators of armadillo population structure. *Am Midl. Nat.*, 135: 53–59.
- Loughry, W. J. & C. M. McDonough. 1998. Spatial patterns in a population of nine-banded armadillos (*Dasypus novemcinctus*). *Am. Midl. Nat.* 140: 161–169.
- Loughry W. J.; P. A. Prodohl; C. M. McDonough; W. S. Nelson & J. C. Avise. 1998. Correlates of reproductive success in a population of nine-banded armadillos. *Can. J. Zool.*, 76: 1815–1821.
- Mantovani, W. 1987. Análise florística e fitossociológica do estrato herbáceo-subarbustivo do Cerrado na reserva biológica de Moji-Guaçu e Itirapina. Tese de Doutorado, Univ. Estadual de Campinas, Campinas, SP.
- McCusker, J. S. 1985. Testicular cycles of the common long-nosed armadillo *Dasypus novemcinctus*, in North Central Texas. 255–264. In: *Evolution and Ecology of Sloths, Armadillos and Vermiliguas*. G. G. Montgomery (Ed.). Smithsonian Inst. Press, Washington.

- McDonough, C. M. & W. J. Loughry. 1995. Influences on vigilance in nine-banded armadillos. *Ethology*, 100: 50–60.
- McDonough, C. M. & W. J. Loughry. 1997a. Patterns of mortality in a population of nine-banded armadillos, *Dasypus novemcinctus*. *Am. Midl. Nat.*, 138: 299–305.
- McDonough, C. M. & W. J. Loughry. 1997b. Influences on activity patterns in a population of nine-banded armadillos. *J. Mammal.*, 78: 932–941.
- McDonough, C. M. 1992. Behavioral ecology of nine-banded armadillos (*Dasypus novemcinctus*) in south Texas. Ph.D. dissertation, Univ. California, Davis.
- McDonough, C. M. 1994. Determinants of aggression in nine-banded armadillos. *J. Mammal.*, 75: 189–198.
- McDonough, C. M. 1997. Pairing behavior of the nine-banded armadillo (*Dasypus novemcinctus*). *Am. Midl. Nat.*, 138: 290–298.
- McDonough, C. M. 2000. Social organization of nine-banded armadillos (*Dasypus novemcinctus*) in a riparian habitat. *Am. Nat.*, 144: 139–151.
- McNab, B. K. 1985. Energetics, population biology, and distribution of Xenarthrans, living and extinct. 219–236. In: *Evolution and Ecology of Sloths, Armadillos and Vermiliguas*. G. G. Montgomery (Ed.). Smithsonian Inst. Press, Washington.
- Menkens, Jr., G. E. & S. H. Anderson. 1988. Estimation of small-mammal population size. *Ecology*, 69: 1952–1959.

- Meritt, Jr., D. A. 1985. Naked-tailed armadillos *Cabassous* sp. 389–392. In: *Evolution and Ecology of Sloths, Armadillos and Vermiliguas*. G. G. Montgomery (Ed.). Smithsonian Inst. Press, Washington.
- Moncrief, N. D. 1988. Absence of genic variation in a natural population of nine-banded armadillos, *Dasypus novemcinctus* (Dasypodidae). *South. Nat.*, 33: 229–231.
- Mood, A. M. & F. A. Graybill. 1963. *Introduction to the Theory of Statistics*. (2<sup>nd</sup> Ed.). McGraw–Hill Book Company Inc., San Francisco.
- Nichols, J. D.; B. R. Noon; S. L. Stokes & J. E. Hines. 1981. Remarks on the use of mark–recapture methodology in estimating avian population size. 121–136. In: *Estimating the Numbers of Terrestrial Birds*. C. J. Ralph & M. J. Scott (Eds.). Cooper Ornithological Society, Calif.
- Nichols, J. D.; K. H. Pollock & J. E. Hines. 1984. The use of a robust capture–recapture design in small mammal population studies: a field example with *Microtus pennsylvanicus*. *Acta Theriol.*, 29: 357–365.
- Nixon, C. N.; W. R. Edwards & L. L. Eberhardt. 1967. Estimating squirrel abundance from live trapping data. *J. Wildl. Manage.*, 31: 96–101.
- Nowak, R. M. 1991. *Walker's Mammals of the World*. (5<sup>th</sup> Ed.). The John Hopkins Univ. Press, Baltimore.
- Otis, D. L.; K. P. Burnham; G. C. White & D. R. Anderson. 1978. Statistical inference from capture data on closed animal populations. *Wildl. Monogr.*, 62: 1–135.

- Peppler, R. D.; F. E. Hossler & S. C. Stone. 1986. Determination of reproductive maturity in the female 9-banded armadillo (*Dasypus novemcinctus*). *J. Reprod. Fertil.*, 76: 141–146.
- Pollock, K. H. 1981. Capture–recapture models allowing for age–dependent surviving and capture rates. *Biometrics*, 37: 521–529.
- Pollock, K. H. 1982. A capture–recapture design robust to unequal probability of capture. *J. Wildl. Manage.*, 46: 757–760.
- Pollock, K. H.; J. D. Nichols; C. Brownie & J. E. Hines. 1990. Statistical inference for capture–recapture experiments. *Wildl. Monogr.*, 107: 1–97.
- Quental, T. B.; F. A. D. Fernandez; A. T. C. Dias & F. S. Rocha. 2001. Population dynamics of the marsupial *Micoreus demerarae* in small fragments of Atlantic Coastal Forest in Brazil. *J. Trop. Ecol.*, 17: 339–352.
- Rater, J. A.; J. F. Ribeiro & S. Bridgewater. 1997. The brazilian Cerrado vegetation and threats to its biodiversity. *Ann. Bot.*, 80: 223–230.
- Redford, K. H. & G. A. B. Fonseca. 1986. The role of gallery forests in the zoogeography of the Cerrado's non–volant mammalian fauna. *Biotropica*, 18:126–135.
- Redford, K. H. & R. M. Wetzel. 1985. *Euphractus sexcinctus*. *Mammalian Species*, 252: 1–4.
- Redford, K. H. 1985. Food habits of armadillos (Xenarthra, Dasypodidae). 429–438. In: *Evolution and Ecology of Sloths, Armadillos and Vermiliguas*. G. G. Montgomery (Ed.). Smithsonian Inst. Press, Washington.
- Redford, K. H. 1994. The edentates of Cerrado. *Edentata*, 1: 4–10.

- Robinson, J. G. & K. H. Redford. 1986. Body size, diet, and population density of neotropical forest mammals. *Am. Nat.*, 128: 665–680.
- Rosenberg, D. K.; W. S. Overton & R. G. Anthony. 1995. Estimation of animal abundance when capture probabilities are low and heterogeneous. *J. Wildl. Manage.*, 59: 252–261.
- Roze, J. A. 1996. *Coral Snakes of the Americas: Biology, Identification, and Venoms*. Krieger Publ. Company, Florida.
- Santos, E. 1950. *Caças e Caçadas*. F. Briguiet & Cia, São Paulo.
- Sarich, V. M. 1985. Xenarthran systematics: Albumin immunological evidence. 77–82. In: *Evolution and Ecology of Sloths, Armadillos and Vermiliguas*. G. G. Montgomery (Ed.). Smithsonian Inst. Press, Washington.
- Schaller, G. B. 1983. Mammals and their biomass on a brazilian ranch. *Arq. Zool.*, 31: 1–36.
- Seber, G. A. F. 1965. A note on multiple–recapture census. *Biometrika*, 52: 249.
- Seber, G. A. F. 1973. *Estimation of Animal Abundance and Related Parameters*. Griffin, London.
- Seber, G. A. F. 1982. *Estimation of Animal Abundance and Related Parameters*. (2<sup>nd</sup> Ed.). Griffin, London.
- Seber, G. A. F. 1986. A review of estimating animal abundance. *Biometrics*, 42: 267–292.
- SEMA. 1997. Secretaria de Estado do Meio Ambiente. *Cerrado: Bases para a Conservação e Uso Sustentável das Áreas de Cerrado do Estado de São Paulo*. São Paulo.

- Sikes, R. S.; G. A. Heidt & D. A. Elrod. 1990. Seasonal diets of the nine-banded armadillo (*Dasypus novemcinctus*) in a northern part of its range. *Am. Midl. Nat.*, 123: 383–389.
- Skalski, J. R.; D. S. Robson & M. A. Simmons. 1983. Comparative census procedures using single mark–recapture methods. *Ecology*, 64: 752–760.
- Slade, N. A. & S. M. Blair. 2000. An empirical test of using counts of individuals captured as indices of population size. *J. Mammal.*, 81: 1035–1045.
- Smith, K. K. & K. H. Redford. 1990. The anatomy and function of the feeding apparatus in two armadillos (Dasypoda) – anatomy is not destiny. *J. Zool.*, 222: 27–47.
- Sokal, R. R. & F. J. Rohlf. 1995. *Biometry* (3<sup>rd</sup> Ed.). W. H. Freeman and Company, New York.
- Storss, E. E.; H. P. Burchfield & R. J. W. Rees. 1988. Superdelayed parturition in armadillos: a new mammalian survival strategy. *Lepr. Rev.*, 59: 11–15.
- Wetzel, R. M. & E. Mondolfi. 1979. The subgenera and species of long-nosed armadillos, genus *Dasypus*. 43–63. In: *Vertebrate Ecology in the Northern Neotropics*. J. F. Eisenberg (Ed.). Smithsonian Ins. Press, Washington.
- Wetzel, R. M. 1980. A revision of the naked-tailed armadillos, genus *Cabassous* McMurtrie. *Ann. Carnegie Mus. Nat. Hist.*, 49: 323–357.
- Wetzel, R. M. 1985a. The identification and distribution of recent Xenarthra (=Edentata), pp. 5–22. In: *Evolution and Ecology of Sloths, Armadillos and Vermiliguas*. G. G. Montgomery (Ed.). Smithsonian Inst. Press, Washington.

- Wetzel, R. M. 1985*b*. Taxonomy and distribution of armadillos, Dasypodidae. 23–50. In: *Evolution and Ecology of Sloths, Armadillos and Vermiliguas*. G. G. Montgomery (Ed.). Smithsonian Inst. Press, Washington.
- White, G. C.; D. R. Anderson; K. P. Burnham & D. L. Otis. 1982. Capture—recapture and removal methods for sampling closed populations. Los Alamos National Laboratory, LA 8787—NERP, Los Alamos, N. M. 1—235.
- Wilson, D. E.; F. R. Cole; J. D. Nichols; R. Rudran & M. S. Foster. 1996. *Measuring and Monitoring Biological Diversity. Standard Methods for Mammals*. Smithsonian Inst. Press, Washington.
- Wilson, B.; P. S. Hammond & P. M. Thompson. 1999. Estimating size and assessing trends in a costal bottlenose dolphin population. *Ecol. Appl.*, 9: 288—300.
- Wirtz, W. O.; D. H. Austin & G. W. Dekle. 1985. Food habits of the common long-nosed armadillo *Dasypus novemcinctus* in Florida. 439—451. In: *Evolution and Ecology of Sloths, Armadillos and Vermiliguas*. G. G. Montgomery (Ed.). Smithsonian Inst. Press, Washington.
- Wood, T. G.; R. A. Johnson; S. Bacchus; M. O. Shittu & J. M. Anderson. 1977. Abundance and distribution of termites (Isoptera) in a riparian forest in the southern guinea savanna vegetation zone of Nigeria. *J. Trop. Ecol.*, 14: 25—39.