

Lilian Parpinelli

HISTÓRIA NATURAL DA COBRA CEGA *Liotyphlops beiu*  
(SERPENTES: ANOMALEPIDIDAE)

São José do Rio Preto  
2008

# **Livros Grátis**

<http://www.livrosgratis.com.br>

Milhares de livros grátis para download.

**LILIAN PARPINELLI**

História Natural da cobra cega *Liotyphlops beui* (Serpentes:  
Anomalepididae)

Dissertação apresentada para obtenção do título de Mestre em Ecologia, área de Biológicas junto ao Programa de Pós-Graduação em Biologia Animal do Instituto de Biociências, Letras e Ciências Exatas da Universidade Estadual Paulista “Júlio de Mesquita Filho”, Campus de São José do Rio Preto.

**BANCA EXAMINADORA**

Prof. Dr.º. Otavio Augusto Vuolo Marques  
Professor Assistente Doutor  
UNESP – São José do Rio preto  
Orientador

Prof. Dr.º. Márcio Roberto Costa Martins  
Professor Doutor  
Universidade de São Paulo

Prof. Dr.º. Denise de Cerqueira Rossa Ferez  
Professor Assitente Doutor  
UNESP – São José do Rio Preto

São José do Rio Preto, 28 de abril de 2008.

Parpinelli, Lilian

História natural da cobra cega *Liotyphlops beui* (Anomalepididae) /  
Lilian Parpinelli. – São José do Rio Preto : [s.n.], 2008.  
68 f : 30 cm.

Orientador: Otavio Augusto Vuolo Marques  
Dissertação (mestrado) – Universidade Estadual Paulista, Instituto de  
Biociências, Letras e Ciências Exatas

1. Cobra. 2. Cobra-cega. 3. *Liotyphlops beui*. 4. Anomalepididae.  
I. Marques, Otavio Augusto Vuolo. II. Universidade Estadual Paulista,  
Intituto de Biociências, Letras e Ciências Exatas. III. Título.

CDU – 598.121

Dedico este trabalho  
Aos meus pais  
Amélio Sebastião Parpinelli e Hajar Chaaban Parpinelli  
Pelo carinho e compreensão.

As minhas irmãs  
Vivian e Miriam Parpinelli  
Pela amizade e apoio

Ao Leonardo de Oliveira  
Pelo carinho, compreensão, força e paciência

## AGRADECIMENTOS:

Ao Instituto Butantan, a Unesp de São José do Rio Preto, a Capes e Fapesp pelo apoio logístico e financeiro.

Ao Prof. Otavio Augusto Vuolo Marques pela orientação, incentivo e amizade. Por acreditar neste projeto e confiar em meu trabalho.

A Prof. Dr. Selma Maria Almeida-Santos, que me adotou como aluna e me auxiliou imensamente ao longo do mestrado. Lembro como se fosse hoje a nossa preocupação ao dissecarmos pela primeira vez um *Liotyphlops beui*. Essa serpente tão diferente, mal conseguíamos distinguir os órgãos do aparelho reprodutor.

Ao Prof. Dr. Ricardo J. Sawaya pela amizade e desafios em estatística. Aprendi muito sobre estatística circular.

Ao Dr. Francisco Luís Franco pela amizade e por permitir o acesso a Coleção do Instituto Butantan.

Ao Valdir José Germano (Val, herói) pela atenção desde o meu primeiro dia de estágio. Devo a ele horas de paciência me ajudando a identificar serpentes no laboratório, além da grande amizade que fizemos.

Aos Prof. Dr. Classius de Oliveira e Prof. Dr. Francisco Langeani pela amizade e grande responsabilidade na coordenação da Pós-Graduação, o que sem dúvida contribuiu para a realização deste trabalho.

Ao Prof. Dr. Carlos Roberto Brandão e ao Rodrigo Feitosa do MZUSP pela ajuda na identificação das formigas.

Ao Prof. Dr. Augusto José Pereira Filho da estação meteorológica do IAG-USP, pelos valiosos dados meteorológicos que tanto contribuíram para este trabalho.

Aos funcionários do Laboratório de Herpetologia do Instituto Butantan, Amauri F. da Silva, Carlos Rodrigues Paz, Darina Brumatti Favorito, Eliana de Oliveira Serapicos, Fátima A. Cagnotto, Gileno B. da Costa, Hebert Ferrarezzi, José P. Guilhermino, Marcelo R. Duarte, Maria Mazieri Vendramini, Mariza de Lima, Marlene P. Santana, Myriam Calleffo, Regina, Vera Lúcia M. Torres, que de uma forma ou outra contribuíram para o desenvolvimento desse trabalho. Em especial a Antonio Carlos Barbosa (Garotinho) e João Carlos Ferreira dos Santos (Joãozinho) por separarem os *Liotyphlops beui* que chegavam ao Instituto Butantan.

Aos alunos do Laboratório de Herpetologia, Cláudio Augusto Rojas (Argentino), Donizete Neves Pereira (Doni), Livia Cristina dos Santos, Maryanne Raimundo Gonçalves (Mary), Renata de Paula Orofino, Letícia Sueiro, Rafael Bovo, Thais Condez, Fernanda Centeno.

Aos alunos da Unesp Aline Dal'Maso Ferreira, Crasso Paulo Bosco Breviglieri, Daniel Carvalho Carneiro, Guilherme Laraia Capusso (Bituca), Luiz Gustavo Gorgatto da Silveira (Nicolau), Marcelo Del'Arco pela força desde o início.

A equipe sem noção por toda a falta de noção em nossas memoráveis viagens nos poucos dias de folga que tive durante o mestrado, Adriana Dall'Onder (Dri), Adriano Dias de Oliveira, Cibele Cintia Barbarini (Belinha), Leonardo de Oliveira, Priscila Hess (Pri), Tarsis Piffer.

Agradeço em especial pela amizade e confiança da Daiane Simiele (Daia), que me recebeu em sua casa todas as vezes que estive em São José do Rio Preto e por todas as frustrações e vitórias que passamos juntas. A Karina N. Kasperoviczus (Kaka), pela amizade, momentos de descontração e por me ajudar a entender melhor sobre reprodução de serpentes. Luciana Martão (Lú), minha grande amiga desde o primeiro dia de Instituto Butantan. Ao Murilo Rodrigues (Mumuca) e ao Peterson Demite (meus veteranos) pela amizade e paciência com minhas inúmeras dúvidas (fichas, matrículas, capa de dissertação, datas). Ao Rodrigo Roveri Scartozzoni (Laranja) pelos conselhos e ajuda com os textos e estatística. A Antonio C. O. R. da Costa (Tots) pela amizade e parceira em todos os projetos, pela ajuda com os vídeos e com minha grande dificuldade em lidar com computadores. Jorge Rosa pela ajuda com a sala de vídeo e com os terrários. Fausto Erritto Barbo por me fornecer os dados da coleção do Município de São Paulo. Ao Cristian Alexandro Gomes por me auxiliar com os dados desta tese. A Einat Hauzmann por me ajudar a ver as dificuldades de modo diferente.

Também agradeço as minhas companheiras de república, Cláudia Ribas (Jones); Priscila Hess (Pri) e Maria Viana (Mary) por tudo que passamos juntas. Os últimos anos foi uma mistura de muito stress e muitas vitórias. Agradeço ainda aos nossos pais pela preocupação e torcida.

As minhas amigas do tempo de colégio a quem na verdade fiquei devendo um pouco de atenção, Fernanda Cuenca (Fé), Daniela Alencar (Dani) e Cleuza Mizuno (Cleo). Obrigada pela amizade e paciência.

Agradeço aos meus pais pelo apoio durante toda a minha formação. As minhas irmãs por acreditarem em mim e por serem tão sonhadoras quanto eu, e também pelas noites de ludo e violão (quanta saudade).

Ao Leonardo de Oliveira pela força e carinho. Ele, mais do que ninguém sabe quantos obstáculos vencemos nos últimos tempos e quantos ainda estamos enfrentando.

A todos que citei, bem como aqueles que eventualmente tenha esquecido... muito obrigada!

Anda, quero te dizer nenhum segredo  
falo desse chão da nossa casa  
vem que tá na hora de arrumar...  
tempo, quero viver mais duzentos anos  
quero não ferir meus semelhantes,  
nem por isso quero me ferir  
Vamos precisar de todo mundo  
pra banir do mundo a opressão  
para construir a vida nova  
vamos precisar de muito amor  
A felicidade mora ao lado e quem não e tolo pode ver  
A paz na terra amor,  
O pé na terra  
O sal da terra  
És o mais bonito dos planetas  
tão de maltratando por dinheiro  
tu que és a nave, nossa irmã  
Canta, leva tua vida em harmonia  
e nos alimenta com seus frutos  
tu que és do homem a nação  
Vamos precisar de todo mundo,  
um mais um é sempre mais que dois  
pra melhor juntar as nossas forças é só repartir melhor o pão  
recriar o paraíso agora para merecer o que vem depois  
Deixa nascer o amor  
Deixa fluir o amor  
Deixa viver o amor  
O sal da terra.

(Beto Guedes e Ronaldo Bastos)

## ÍNDICE

Dedicatória	iii
Agradecimentos	iv
Epígrafe	vii
Introdução Geral	
Resumo	1
Abstract	2
Introdução Geral	
Estrutura, taxonomia e distribuição dos Scolecophidia	3
Atividade sazonal	5
Atividade diária	6
Alimentação e comportamento alimentar	7
Reprodução	9
Referências	11
Capítulo I	
Atividade sazonal e diária de <i>Liotyphlops beui</i> no sudeste do Brasil	
Resumo	17
Introdução	18
Materiais e métodos	20
Resultados	22
Discussão	26
Referências	29
Capítulo II	
Hábitos alimentares de <i>Liotyphlops beui</i> (Serpentes: Scolecophidia), São Paulo, Brasil	
Resumo	33
Introdução	34
Materiais e métodos	36
Resultados	37
Discussão	43
Referências	46
Capítulo III	
Ecologia reprodutiva e dimorfismo sexual de <i>Liotyphlops beui</i> (Serpentes: Anomalepididae) em São Paulo, Brasil	
Resumo	50
Introdução	51
Materiais e métodos	52
Resultados	56
Discussão	60
Referências	64
Conclusões	67

## Resumo

A família Anomalepididae inclui quatro gêneros e 17 espécies. É a família menos estudada dentre os Scolecophidia. *Liotyphlops beui* é uma das espécies mais coletadas na cidade de São Paulo o que permitiu o presente trabalho. Esta serpente fossorial possui atividade marcadamente sazonal sendo coletada principalmente na estação chuvosa. A temperatura mínima parece ser o fator que melhor explica este modelo de atividade. *Liotyphlops beui* é mais ativo durante as primeiras horas da noite, usualmente entre as 19 e 21 horas. Este curto espaço de atividade parece ser determinado pela intensidade luminosa e temperatura. Para o estudo da dieta, foram dissecados 177 espécimes de *L. beui* e os conteúdos retirados dos tratos digestórios foram identificados e medidos. *Liotyphlops beui* alimentou-se principalmente de larvas e pupas de pequenas formigas, como já constatado para a maioria dos Scolecophidia estudados. Estas formigas são abundantes na região de ocorrência de *L. beui*. Fêmeas parecem comer em maior quantidade se comparadas aos machos. Esta diferença pode estar relacionada ao maior custo energético investido na reprodução pelas fêmeas. Machos têm caudas maiores, para alojar o hemipênis e musculatura associada. Fêmeas são maiores que machos e isso pode significar incremento no tamanho da ninhada. Para o estudo do ciclo reprodutivo, foram dissecados 134 espécimes de *L. beui*. As fêmeas desta espécie possuem ciclo reprodutivo sazonal, com vitelogênese secundária ocorrendo entre o fim da estação seca e plena estação chuvosa. Nos machos o volume dos testículos não apresentou variação sazonal. Há uma dissociação entre o diâmetro dos ductos deferentes na região mediana e a época de vitelogênese secundária nas fêmeas, indicando possível estocagem de esperma nesta espécie.

## Abstract

The Anomalepididae family includes four genera and 17 species. This is less studied than other Scolecophidia. *Liotyphlops beui* is one of the most collected snake in São Paulo city, that permitted this work. This fossorial snake have a highly seasonal activity, has been collected mainly in rainy and warm periods. The minimum temperatures explain this pattern more accurately. *Liotyphlops beui* is most active during the early dark hours, usually between 19 and 21 hours. This short activity period apparently is determined by light intensity and temperature. In diet study, were dissected 177 specimens and the stomach contents were analysis. This snake feeds almost entirely larvae and pupae of small ants, like studied in other Scolecophidia. These ants are abundant in the region of occurrence of *L. beui*. Females seem eat in greater quantity when compared males. This difference may be related to the higher energy cost invest in the breeding. Males had longer tails to accommodate the hemipênis and associated musculature. Females are greater than males and this can be associated with offspring size. To reproductive cycle were dissected 134 *L. beui*. Female have a seasonal reproductive cycle, with secondary vitellogenesis between end dry season and middle rainy season. In males the volume of the testes showed no seasonal variation. There is dissociation between the diameter of the deferent duct in the median region and the period of secondary vitellogenesis in females, indicating possible storage of sperm in males.

## INTRODUÇÃO

### **Morfologia, taxonomia e distribuição dos Scolecophidia**

Os Scolecophidia (grupo de cobras-cegas que inclui as famílias Leptotyphlopidae, Typhlopidae e Anomalepididae) são serpentes de hábitos fossórios, com boca pequena e ventral, corpo cilíndrico, cauda curta, olhos vestigiais e escamas dorsais e ventrais indiferenciadas (Shine e Webb, 1990; Greene, 1997; Franco, 2003). São geralmente pequenas, porém a espécie africana *Rhinotyphlops schlegelli* pode atingir um metro. Ao contrário, o adulto de *Ramphotyphlops braminus* possui tamanho médio de 50 mm de comprimento (Greene, 1997).

Embora seja bastante importante compreender a ecologia, fisiologia e as relações filogenéticas desse grupo existem poucos estudos disponíveis. Isso talvez seja reflexo do tamanho desses animais. Estas serpentes, além do pequeno porte, são bastante delgadas, o que dificulta a análise de seus órgãos internos (Greene, 1997). Suas escamas indiferenciadas também dificultam as contagens de escamas em torno do corpo (Greene, 1997). Além disso, são raras em coleções herpetológicas (Wallach, 1998). Isso é verificado sobretudo na família Anomalepididae (Greene, 1997; Curcio *et al.*, 2002; Curcio, 2003), grupo que possui distribuição mais restrita quando comparada às outras duas famílias (Curcio, 2003).

A família Typhlopidae inclui 227 espécies em seis gêneros (Kley, 2003 a; Thomas e Hedges, 2007) sendo amplamente distribuída. Pode ser encontrada na África, Madagascar, sudeste da Europa, sul da Ásia, Austrália, sul da América do Norte, América Central e América do Sul (Kley, 2003 a). Considerando que são serpentes pequenas que se distribuem amplamente nos continentes e dificilmente atravessariam oceanos, é provável que os Typhlopidae tenham surgido no período Jurássico, quando os continentes atuais ainda estavam unidos (Wallach, 1998).

A família Leptotyphlopidae conta com 93 espécies (Kley, 2003 c) distribuídas pela África, sudoeste da Ásia, sul da América do Norte, América Central e América do Sul (Kley, 2003 c). Esta distribuição indica que Leptotyphlopidae estava presente antes que a América do Sul e a África se separassem (Wallach, 1998).

A família Anomalepididae é a menos estudada. Possui 17 espécies distribuídas em quatro gêneros (Kley, 2003 b; Freire *et al.*, 2007). São encontrados no sul da América Central e em grande parte da América do Sul (Kley, 2003 b). É provável que esta família tenha surgido na região oeste da Gondwana e migrado para Costa Rica e Panamá após o Mioceno pelo istmo da América Central (Wallach, 1998).

Ao todo existem cerca de 340 espécies de Scolecophidia. Porém este número deve estar aquém do número real. Por serem essencialmente fossoriais são pouco coletadas e provavelmente existam muitas espécies ainda não descritas (Wallach, 1998). De qualquer forma, este número representa 13% de todas as espécies de serpentes conhecidas (Wallach, 1998).

Por possuírem ossos muito frágeis (Franco, 2003), pouca habilidade de dispersão (se comparados aos Alethinophidia), ser especialistas, terem habitats restritos e por seu tamanho reduzido, as chances destas serpentes se fossilizarem é bastante pequena (Wallach, 1998). Talvez isso explique porque este grupo é pouco representado no registro fóssil (Wallach, 1998; Franco, 2003). Os fósseis mais antigos datam do Eoceno (55 maa), mas é esperado que elas tenham a mesma idade encontrada para os Alethinophidia (100 maa) (Franco, 2003).

Ainda não há consenso quanto ao parentesco destas três famílias, com duas hipóteses possíveis: (Anomalepididae (Typhlopidae, Leptotyphlopidae)); (Kluge, 1991; Heise *et al.*, 1995) e (Leptotyphlopidae (Typhlopidae, Anomalepididae)); (Haas, 1968; Rieppel, 1988; Cundall *et al.*, 1993; Mattison, 1995; Wallach, 1998).

## **Atividade sazonal**

Muitos fatores podem influenciar a atividade das serpentes (Gibbons e Semlitsch, 1987; Reinert, 1987). Em geral, ela é afetada diretamente por variações climáticas e podem levar algumas espécies a hibernar nos meses mais frios (Gregory, 1982). A temperatura pode ser considerada um dos principais fatores dentre as diferentes variáveis climáticas que afetam diretamente o metabolismo das serpentes (Lillywhite, 1987). Em regiões tropicais, a temperatura é mais homogênea ao longo do ano e a precipitação é normalmente concentrada em uma parte do ano (Nimer, 1989). No entanto, a atividade das serpentes parece estar mais relacionada à variação da temperatura do que com a precipitação, mesmo em regiões tropicais (Sawaya, 2003).

Outros fatores associados ao clima como disponibilidade de alimento devem modular a atividade das serpentes tropicais (Henderson *et al.*, 1978; Marques *et al.*, 2001). Espécies tropicais com disponibilidade de alimento ao longo do ano, não apresentam sazonalidade, ao passo que outras espécies, que se alimentam de presas disponíveis em períodos restritos do ano, demonstraram comportamento sazonal, com maior atividade na época em que há abundância de presas (Marques *et al.*, 2001).

A reprodução também influencia a atividade sazonal. Machos apresentam maior atividade na época de acasalamento, quando estão procurando por fêmeas (Marques *et al.*, 2001). Além disso, fêmeas precisam se locomover em busca de locais para postura (Henderson *et al.*, 1978; Marques, 1996; Marques *et al.*, 2001) e, durante a vitelogênese, necessitam sair à procura de locais para termorregular (Marques, 1996).

Pressão de predação (Henderson *et al.*, 1978; Marques *et al.*, 2001) também pode determinar a atividade das espécies, e ser responsável pelos picos de atividade durante diferentes períodos do ano.

Para os *Scolecophidia* pouco se conhece sobre atividade sazonal. Webb *et al.* (2000), ao estudarem a história natural de *Leptotyphlops scutifrons* encontraram

sazonalidade na obtenção do alimento e no ciclo reprodutivo, o que leva a crer que esta espécie é mais ativa durante a primavera e verão. Sazonalidade alimentar também foi encontrada nos estudos sobre dieta de *Ramphotyphlops australis*, *R. nigrecens*, *Typhlops bibronii* e *Rhinotyphlops lanlandei* (Webb e Shine, 1993; Webb *et al.*, 2001). Porém não há trabalhos sobre frequência de coleta como realizado no presente estudo.

### **Atividade diária**

A atividade diária é parâmetro pouco conhecido e a sua caracterização em serpentes Neotropicais é geralmente difícil de obter, principalmente porque algumas serpentes são raramente encontradas em seu hábitat natural (ver Maciel *et al.*, 2003). Além de observações de campo, dados de atividade diária podem ser obtidos com o uso de radiotelemetria (Shine, 1987; Shine e Lambeck, 1990), por observações diretas em cativeiro (Bizerra, 1998), ou por meio de filmagens em cativeiro (Thomas e Thomas, 1978; Llewelyn e Webb, 2006).

A atividade pode ser mais intensa em algumas horas do dia, o que pode estar relacionado à temperatura (Maciel *et al.*, 2003, Llewelyn e Webb, 2006), a disponibilidade de presas (Marques e Puerto, 1992) ou a intensidade luminosa (Thomas e Thomas; 1978). Para Scolecophidia foram realizados poucos estudos, indicando que há espécies noturnas, como observado para *Typhlops pusilla* e *T. biminiensis* (Thomas e Thomas, 1978) e diurnas como *Leptotyphlops diaplous* (Martins e Oliveira, 1998). É provável que a temperatura seja um fator limitante para a atividade dos Scolecophidia, por serem pequenas, e possuírem baixa inércia térmica. Serpentes pequenas dependem de um comportamento elaborado, características fisiológicas e da interação entre comportamento, fisiologia e o meio em que habitam para manter sua temperatura corporal ótima (Christian *et al.*, 2006). Estudo mais detalhado sobre a atividade diária das espécies

que compõem esse grupo poderão auxiliar na compreensão das limitações fisiológicas, comportamentais e/ou filogenéticas que influenciam a atividade.

A intensidade luminosa também parece ser um fator limitante (Thomas e Thomas, 1978), talvez devido ao risco de predação, a grande maioria dos *Scolecophidia* são estritamente noturnos.

### **Hábitos alimentares**

Todos os *Scolecophidia* alimentam-se exclusivamente de pequenos invertebrados, Punzo, 1974; Webb e Shine, 1992; Webb e Shine, 1993; Greene, 1997; Webb Webb *et al.*, 2001). *Acutotyphlops subocularis* alimenta-se de minhocas, algumas espécies se alimentam de térmitas (*Ramphotyphlops polygrammicus*), outras de larvas e pupas de formigas (*Ramphotyphlops* spp.) ou de formigas adultas (*Typhlops platycephalus*); (Webb e Shine, 1993; Torres, *et al.* 2000; Kley, 2003a). De modo geral, os *Scolecophidia* se alimentam de invertebrados pouco quitinosos, isto porque a quitina que forma o exoesqueleto dos artrópodes é difícil de digerir e possui menor valor nutritivo (Webb *et al.*, 2001).

Freqüentemente é encontrado um grande número de presas no estômago de um *Scolecophidia* (Webb e Shine, 1993; Webb *et al.*, 2001). Isso indica que eles se alimentam de presas que são abundantes e que vivem em grupos (Greene, 1997). Para encontrar esses alimentos muitas espécies de *Scolecophidia* são capazes de seguir trilhas de feromônios deixados por suas presas (Gehlbach *et al.*, 1971; Webb e Shine, 1992). Além disso, uma série de adaptações como substâncias repelentes de insetos (Shine e Webb, 1990; Greene, 1997), olhos vestigiais recobertos por escamas (Shine, 1991) e, geralmente, um pequeno espinho na ponta da cauda, usado como apoio para a locomoção dentro dos túneis dos formigueiros (Shine, 1991; Greene, 1997), facilitam o encontro e subjugação da presa.

Os Scolecophidia também apresentam estrutura craniana modificada para a ingestão das presas. Todos os Typhlopidae possuem dentes nos ramos maxilares. Os ramos podem se movimentar assincronicamente (independentemente) de modo a “puxar” a presa para dentro da boca (Kley, 2001). Já os Leptotyphlopidae possuem dentes somente na mandíbula. Para ingerir o alimento as mandíbulas apresentam movimentos bilateralmente sincrônicos, protraindo e retraíndo ao mesmo tempo - mandibular ranking - (Kley, 2001). Os Anomalepididae possuem dentes tanto nas maxilas quanto nas mandíbulas. Nada se sabe sobre os movimentos utilizados pelos músculos e ossos do crânio para a ingestão. Porém, é possível que tanto a mandíbula quanto a maxila tenham movimento devido à presença de dentes nestas estruturas e por conta de uma possível articulação entre o dentário e o esplenial na mandíbula e pelo conjunto de ossos maxilar, palatino, pós-orbital, ectopterigóide e pterigóide na região maxilar (comparar ilustrações Kley, 2001; Curcio, 2003).

O estudo dos conteúdos alimentares das serpentes pode indicar ainda alguns comportamentos. De acordo com Punzo (1974), *Leptotyphlops dulcis* provavelmente apresenta comportamento mais fossorial do que *Leptotyphlops humilis*, pois as análises dos conteúdos estomacais indicaram que *L. dulcis* alimentou-se somente de animais de vida subterrânea (Isoptera, Dermaptera e Myrmeleontes), ao passo que *L. humilis* alimentou-se de alguns animais terrestres (Arachnida, Orthoptera, Diplopoda, Opiliones). No caso descrito de mutualismo entre *Leptotyphlops dulcis* e a coruja *Otus asio*, a serpente alimenta-se das larvas de artrópodes que parasitam os ninhos, acelerando o crescimento dos filhotes da coruja (Gehlbach e Baldrige, 1987). De acordo com o presente estudo, *L. beui* alimenta-se das larvas e pupas de formigas que constroem seus ninhos sobre o solo (Feitosa e Ribeiro, 2005; Corrêa *et al.*, 2006). Para chegar até as colônias de formiga, esta serpente forrageia durante a noite sobre a superfície do solo, provavelmente seguindo a trilha de feromônios das formigas.

Informações sobre alimentação também podem auxiliar a compreender melhor as relações filogenéticas das serpentes. Segundo Kley (2001), embora a função e a morfologia sejam bastante diferentes, Typhlopidae apresentam movimentos da maxila similares ao dos Alethinophidia (movimentos maxilares assíncronicos).

Algumas espécies são sazonais alimentando-se nos meses mais quentes (Webb e Shine, 1993; Webb *et al.*, 2000; Webb *et al.*, 2001). Isso pode ser devido à sazonalidade na disponibilidade das presas ou a menor taxa metabólica dessas espécies durante os meses mais frios (Webb e Shine, 1993).

## **Reprodução**

O ciclo reprodutivo em serpentes pode ou não ser sazonal. (Fitch, 1982; Seigel e Ford, 1987). Entre os Scolecophidia estudados, todos têm reprodução sazonal, com vitelogênese na primavera e ovipostura no verão (Shine e Webb, 1990; Ota *et al.*, 1991).

O tamanho da ninhada varia entre as espécies, e está relacionada ao tamanho médio da fêmea adulta (Shine, 2003). *Leptotyphlops blanfordii* coloca um único ovo por estação reprodutiva, ao passo que *Rhinotyphlops schlegelli* pode depositar até 60 pequenos ovos (Greene, 1997). O tempo de incubação também varia. Em *Typhlops bibronii* os filhotes eclodem cinco dias após a postura (Erasmus, 1983) em *Ramphotyphlops nigrescens* a incubação dura em torno de 40 dias (Shine e Webb, 1990).

Em serpentes, machos e fêmeas podem ser morfologicamente diferentes. Como a reprodução envolve custos, a seleção deve favorecer fêmeas que retardam a reprodução até o momento em que podem produzir um grande número de filhotes (Bull e Shine, 1979). Ao contrário, machos podem se tornar reprodutivamente maduros mais cedo do que fêmeas e, portanto com um tamanho corporal menor (Shine, 2003). Isso só não ocorre em espécies que apresentam combate ritualizado entre machos durante a época

de acasalamento (Shine, 1994). Todos os Scolecophidia estudados até o presente apresentaram dimorfismo sexual quanto ao comprimento rostro-cloacal e tamanho de cauda. Machos são menores do que fêmeas (Shine e Webb, 1990; Webb *et al.*, 2000), o que deve estar associado ao incremento no tamanho da ninhada (Shine, 1993; Webb *et al.*, 2001). De acordo com Webb *et al.* (2000), nos Scolecophidia estudados, fêmeas maiores apresentaram ovos maiores, porém não houve correlação entre tamanho da fêmea e tamanho da ninhada. Machos apresentaram caudas maiores do que de fêmeas (Webb *et al.*, 2000, Ávila *et al.*, 2006). Esta característica é comum em serpentes, pois machos alojam em sua cauda o hemipênis e músculos associados (Clark, 1966; King, 1989).

Em algumas serpentes, machos produzem esperma pouco antes da cópula e esta ocorre logo após a ovulação (Shine, 2003). No entanto, a estocagem de esperma tanto em machos quanto em fêmeas é parte essencial do ciclo reprodutivo de algumas espécies (Almeida-Santos e Salomão, 1997) e conferem flexibilidade reprodutiva (Shine, 2003). Para Scolecophidia, há um estudo que mostra estocagem de esperma no epidídimo em *Ramphotyphlops nigrescens* (Shea, 2001).

## Referências

- Almeida-Santos, S. M., Salomão, M. G. (1997). Long term sperm storage in the female neotropical rattlesnake *Crotalus durissus terrificus* (Viperidae: Crotalidae). Japanese Journal of Herpetology 17:46-52.
- Avila, R. W., Ferreira, V. e Souza, V. B. (2006). Biology of the Blindsnake *Typhlops brongersmianus* (Typhlopidae) in a semideciduous forest from central Brazil. Herpetological Journal 16:403-405.
- Bizerra, A. F. (1998). História Natural de *Tomodon dorsatus* (Serpentes: Colubridae). Dissertação de mestrado. Universidade de São Paulo, São Paulo, Brasil.
- Bull, J. J. e Shine, R. (1979). Iteroparous animals that skip opportunities for reproduction. American Naturalist 114:296-316.
- Christian K. A., Tracy, C. R., Tracy, C. R. (2006). Evaluating thermoregulation in reptiles: an appropriate null model. The American Naturalist 168:421-430.
- Curcio, F. B. (2003). Osteologia craniana comparada e filogenia da família Anomalepididae Taylor, 1939 (Serpentes, Scolecophidia). Dissertação de mestrado. Universidade de São Paulo, São Paulo, Brasil.
- Curcio, F., Zaher, H. e Rodrigues, M. T. (2002). Rediscovery of the blind-snake *Leptotyphlops brasiliensis* Laurent, 1949 (Serpentes, Leptotyphlopidae) in the wild. Journal of Neotropical Herpetology 1:101-104.
- Erasmus, H, Branch, W. R. (1983). Egg retention in the South African blind snake *Typhlops bibronii*. Journal of Herpetology 17:97-99.
- Fitch, H. S. (1982). Reproductive cycles in tropical reptiles. Museum of Natural History. University of Kansas 96:1-53.
- Freire, E. M. X., Caramaschi, U. e Argolo, A. J. S. (2007). A new species of *Liotyphlops* (Serpentes: Anomalepididae) from the Atlantic Rain Forest of Northeastern Brazil. Zootaxa 1393:19-26.

- Franco, F. L. (2003). Origem e diversidade das serpentes. In: Animais peçonhentos no Brasil: biologia, clínica e terapêutica dos acidentes, 13-29. Cardoso, J. L. C., Costa J. L., França, F. O. S., Wen, F. H., Malaque, C. M. S., Haddad, J. V. (Eds). São Paulo; Sarvier.
- Gehlbach, F. R. e Baldrige, R. S. (1987). Live blind snake (*Leptotyphlops dulcis*) in eastern screech owl (*Otus asio*) nests: a novel commensalisms. *Oecologia* 71:560-563.
- Gehlbach, F. R., Watkins, J. F. e Kroll, J. C. (1971). Pheromone trail-following studies of Typhlopidae, Leptotyphlopidae, and colubrid snakes. *Behavior* 40:282-294.
- Gibbons, J. e Semlitsch, R. (1987). Activity patterns. In: Snakes: Ecology and Evolutionary Biology, 396-421. Seigel, R.A., Collins, J.T. & Novak, S. (Eds.). Mac Millan Publishing Company, New York.
- Greene, H. W. (1997). Snakes: The evolution of mystery in nature. California: University of California Press.
- Gregory, P. T. (1982). Reptilian hibernation. In: Biology of Reptilia, 53-154. Gans, C. & Pough, F. H. (Eds). Academic Press, New York.
- Henderson, R. W., Dixon, J. R e Soini, P. (1978). On the seasonal incidence of tropical snakes. Milwaukee Public Museum. Contributions in Biology and Geology 17:1-15.
- Kley, N. J. (2001). Prey transport mechanisms in Blindsnakes and the evolution of unilateral feeding systems in snakes. *American Zoologist* 41:1321-1337.
- Kley, N. J. (2003 a). Blindsnakes (Typhlopidae). In: Grzimek's Animal Life Encyclopedia Vol.7, Reptiles, 379-385. Hutchins, M., Murphy, J. B. & Schlager, N. (Eds). Gale Group, Farmington Hills.
- Kley, N. J. (2003 b). Early Blindsnake (Anomalepididae). In: Grzimek's Animal Life Encyclopedia Vol.7, Reptiles, 369-372. Hutchins, M., Murphy, J. B. & Schlager, N. (Eds). Gale Group, Farmington Hills.

- Kley, N. J. (2003 c). Slender blindsnakes (Leptotyphlopidae). In: Grzimek's Animal Life Encyclopedia Vol.7, Reptiles, 373-377. Hutchins, M., Murphy, J. B. & Schlager, N. (Eds). Gale Group, Farmington Hills.
- Lillywhite, H. B. (1987). Circulatory adaptations of snakes to gravity. *American Zoologist* 27:81-95.
- Llewelyn, J. R. e Webb, J. K. (2006). Time of testing affects locomotor performance in nocturnal versus diurnal snakes. *Journal of Thermal Biology* 31:268-273.
- Maciel, A. P., Di-Bernardo, M., Hartz, S. M., Oliveira, R. B., Pontes, G. M. F. (2003). Seasonal and daily activity patterns of *Liophis poecilogyrus* (Serpentes: Colubridae) on the North Coast of Rio Grande do Sul, Brazil. *Amphibia-Reptilia* 24:189-200.
- Marques, O. A. V. (1996). Reproduction, seasonal activity and growth of the coral snake, *Micrurus corallinus* (Elapidae), in the southeastern Atlantic Forest in Brazil. *Amphibia-Reptilia* 17:277-285.
- Marques, O. A. V. Eterovic, A. e Endo, W. (2001). Seasonal activity of snakes in the Atlantic forest in southeastern Brazil. *Amphibia-Reptilia* 20:103-111.
- Marques, O. A. V. e Puerto, G. (1992). Dieta e comportamento alimentar de *Erythrolamprus aesculapii*, uma serpente ofiófaga. *Revista Brasileira de Biologia* 54:253-259.
- Martins, M., Oliveira, M. E. (1998). Natural history of snakes in forests of the Manaus region, Central Amazônia, Brazil. *Herpetological Natural History* 6:78-150.
- Nimer, E. (1989). *Climatologia do Brasil* (2nd ed.). Rio de Janeiro, RJ: Fundação Instituto Brasileiro de Geografia e Estatística-IBGE.
- Nussbaum, R. A. (1980). The brahminy blind snake (*Ramphotyphlops braminus*) in the Seychelles archipelago: distribution, variation and further evidence for parthenogenesis. *Herpetologica* 36:215-221.

- Ota, H., Hikida, T., Matsui, M., Mori, A. e Wynn, A. H. (1991). Morphological variation, karyotype and reproduction of the paternogenética blind snake *Ramphotyphlops braminus*, from the insular region of East Asia and Saipan. *Amphibia-Reptilia* 12:181-193.
- Punzo, F. (1974). Comparative analysis of the feeding habits of two species of Arizona Blind Snakes, *Leptotyphlops h. humilis* and *Leptotyphlops d. dulcis*. *Journal of Herpetology* 8:153-156.
- Reinert, H. K. (1987). Habitat variation within sympatric snake populations. *Ecology* 65:1673-1682.
- Sawaya, R. J. (2003). História natural e ecologia das serpentes de Cerrado da região de Itirapina, SP. Dissertação de mestrado. Universidade Estadual de Campinas, Campinas, Brasil.
- Seigel, R. e Ford, N. (1987). Reproductive ecology. In: *Snakes Ecology and Evolutionary Biology*, 210-252. Seigel, R.A., Collins, J.T. & Novak, S. (Eds). Mac Millan Publishing Company, New York.
- Shea, G. M. (2001). Spermatogenic cycle, sperm storage and sertoli cell size in a Scolecophidian (*Ramphotyphlops nigrescens*) from Australia. *Journal of Herpetology* 35:85-91.
- Shine, R. (1987). Intraspecific variation in thermoregulation, movements and habitat use by Australian blacksnakes, *Pseudechis porphyriacus* (Elapidae). *Journal of Herpetology* 21:165-177.
- Shine, R. (1991). Intersexual dietary divergence and the evolution of sexual dimorphism in snakes. *American Naturalist* 138:103-122.
- Shine, R. (1993). Sexual dimorphism in snake. In: *Snakes: ecology and behavior*, 49-86. Seigel, R. & Collins, J. (Eds). McGraw- Hill.
- Shine, R. (1994). Sexual size dimorphism in snake revisited. *Copeia* 326-346.

- Shine, R. (2003). Reproductive strategies in snakes. *Proceedings of the Royal Society London Series B* 270:995-1004.
- Shine, R. e Lambeck, R. (1990). Seasonal shifts in the thermoregulatory behaviour of Australian Blacksnakes, *Pseudechis porphyriacus* (Serpentes: Elapidae). *Journal of Thermal Biology* 15:301-305.
- Shine, R. e Webb, J.K. (1990). Natural history of Australian Typhlopidae snakes. *Journal of Herpetology* 24:357-363.
- Thomas, K. R. e Thomas, R. (1978). Locomotor activity responses to photoperiod in four west indian fossorial squamates of the genera *Amphisbaena* and *Typhlops* (Reptilia, Lacertilia). *Journal of Herpetology* 12:35-41.
- Thomas, R. e Hedges, B. (2007). Eleven new species of snake of genus *Typhlops* (Serpentes: Typhlopidae) from Hispaniola and Cuba. *Zootaxa* 1400:1-26.
- Torres, J. A., Thomas, R. Leal, M. e Gush, T. (2000). Ant and termite predation by the tropical blindsnake *Typhlops platycephalus*. *Insects Sociaux* 47:1-6.
- Wallach, V. (1998). The visceral anatomy of Blindsnakes and Wormsnakes and its systematic implications (Serpentes: Anomalepididae, Typhlopidae, Leptotyphlopidae). Dissertation. Boston, Massachusetts. Northeastern University.
- Webb, J. K., Branch, W. R. e Shine, R. (2001). Dietary habits and reproductive biology of *Typhlops* snakes from Southern Africa. *Journal of Herpetology* 35:558-567.
- Webb, J. K. e Shine, R. (1992). To find an ant: trail-following in Australian blindsnakes (Typhlopidae). *Animal Behavior* 43:941-948.
- Webb, J. K. e Shine, R. (1993). Dietary habits of Australian blindsnakes (Typhlopidae). *Copeia* 762-770.
- Webb, J. K., Shine, R., Branch, W. R. e Harlows, P. S. (2000). Life-history strategies in basal snakes: reproduction and dietary habits of the African thread snake

*Leptotyphlops scutifrons* (Serpentes: Leptotyphlopidae). Journal of Zoology 250:321-327.

## CAPÍTULO I

### **Atividade sazonal e diária de *Liotyphlops beui* (Serpentes: Anomalepididae) no sudeste do Brasil**

#### **Resumo**

Anomalepididae, que inclui quatro gêneros e 17 espécies, é a família menos estudada dentre os Scolecophidia. *Liotyphlops beui* é uma das espécies com maior número de registros na cidade de São Paulo. No presente trabalho, foi estudada a atividade sazonal e diária desta serpente fossorial. As serpentes foram coletadas principalmente na estação quente e chuvosa, apresentando diminuição da atividade durante a estação seca e fria mais pronunciada que em qualquer outra serpente estudada no sudeste do Brasil. Este padrão de atividade marcadamente sazonal parece ser determinado principalmente pela temperatura mínima, mas também pela atividade da presa e ciclo reprodutivo. A atividade de *L. beui* ocorre durante as primeiras horas da noite, usualmente entre 19:00 e 21:00 h. Embora a atividade da presa e/ou predador possam influenciar esse padrão, este curto período de atividade parece ser determinado principalmente pela intensidade luminosa e temperatura.

**Palavras chaves:** Scolecophidia, Anomalepididae, *Liotyphlops beui*, atividade sazonal, atividade diária, ecologia

## INTRODUÇÃO

Informações sobre a atividade sazonal de serpentes concentram-se principalmente em espécies em áreas de clima temperado, mas estudos recentes têm analisado este parâmetro em espécies Neotropicais (GIBBONS & SEMLITSCH, 1987; MARQUES *ET AL.*, 2001, 2006; MACIEL *ET AL.*, 2003). Dados obtidos a partir de espécimes de museus ou de instituições que recebem grande número de serpentes ao longo do ano podem permitir inferências sobre a atividade sazonal. Esses dados têm contribuído para estabelecer o padrão de atividade sazonal em muitas espécies de serpentes tropicais incluindo boídeos, elapídeos, viperídeos e colubrídeos (e.g., SALOMÃO *ET AL.*, 1995; MARQUES *ET AL.*, 2001, 2006). A partir de informações disponíveis para serpentes tropicais, é possível detectar diversos fatores que podem afetar seus padrões de atividade (cf. MARQUES *ET AL.*, 2001, 2006).

Por outro lado, atividade diária é aspecto pouco conhecido em serpentes tropicais. A caracterização da atividade diária em serpentes geralmente é difícil de avaliar, principalmente porque elas são raramente encontradas na natureza (ver MACIEL *ET AL.*, 2003). A observação de espécimes em cativeiro pode fornecer dados sobre a atividade diária (THOMAS & THOMAS, 1978; BIZERRA, 1998; LLEWELYN *ET AL.*, 2006), que não seriam possíveis em ambiente natural.

O Laboratório de Herpetologia do Instituto Butantan (IB) recebe, ao longo do ano, grande número de serpentes provenientes da cidade de São Paulo, sendo que *Liotyphlops beui* (Figura 1) é uma das serpentes mais coletadas nesta localidade. Esta serpente pertence à família Anomalepididae, que inclui 17 espécies e quatro gêneros (KLEY, 2003). Anomalepididae, juntamente com outras duas famílias (Typhlopidae e Leptotyphlopidae), compõem a infraordem Scolecophidia (GREENE, 1997). Todas essas serpentes, coletivamente chamadas cobras cegas, são fossoriais, têm olhos reduzidos, escamas arredondadas e indiferenciadas ao longo de um corpo alongado e delgado

(GREENE, 1997). Existem algumas informações ecológicas para Leptotyphlopidae e Typhlopidae (e.g, PUNZO, 1974; WEBB & SHINE, 1992, 1993; WEBB *ET AL.*, 2000, 2001; AVILA *ET AL.*, 2006) porém, Anomalepididae é a família menos estudada dentre todos os Scolecophidia e quase nada se sabe sobre o seu comportamento e ecologia. Talvez a escassez de estudos seja devido ao seu hábitat restrito a América do Sul (GREENE, 1997). No presente estudo é descrito o padrão de atividade diária e sazonal sobre a superfície do solo desta serpente fossorial em uma localidade do sudeste do Brasil.



**Figura 1.** *Liotyphlops beui*

## **Materiais e métodos**

### **Área de estudo**

Os espécimes estudados são provenientes da cidade de São Paulo (23 ° 32 '51" S, 46 ° 38' 10" W), uma área urbana no sudeste do Brasil. São Paulo possui fragmentos de Mata Atlântica secundária, alguns parques e jardins, escassa arborização viária e conjuntos ou espécimes isolados de árvores em terrenos particulares (PREFEITURA DO MUNICÍPIO DE SÃO PAULO, 2002). O clima nesta região é tropical úmido (NIMER, 1989; PREFEITURA DO MUNICÍPIO DE SÃO PAULO, 2002) e pode ser caracterizado por duas estações: uma seca que ocorre entre os meses de abril e setembro, com menor precipitação e temperaturas mais baixas e uma estação chuvosa entre os meses de

outubro a março, com alto índice de precipitação e temperaturas mais elevadas (Figura 2).

### **Dados de coleção**

Foram utilizados registros de entrada de 309 exemplares de *L. beui* no IB, São Paulo. O padrão de atividade sazonal foi inferido a partir do número de serpentes trazidas em cada mês para o IB (ver OLIVEIRA E MARTINS, 2001), ao longo de dez anos (1994 - 2003). Nos registros do IB as serpentes são classificadas como adultos e juvenis; esta última categoria geralmente é usada para definir recém-nascidos (MARQUES ET AL., 2001). Juvenis não foram utilizados em nosso estudo, a fim de evitar interferências na atividade dos adultos devido ao recrutamento de filhotes.

Para comparar o número de serpentes coletadas em cada estação, foi utilizado o teste de qui-quadrado e para verificar a influência das temperaturas mínimas e máximas e da precipitação total mensal sobre a atividade das serpentes ao longo do ano, foi utilizado teste de regressão múltipla, com dados agrupados mês a mês.

Para atividade sazonal de machos e fêmeas separadamente, foram usados dados da coleção de serpentes do IB, num total de 26 fêmeas e 22 machos de *L. beui* provenientes da cidade de São Paulo, coletados no período de 2003 a 2007. Todos os exemplares foram dissecados a fim de determinar com precisão o sexo de cada indivíduo.

### **Dados de serpentes mantidas em cativeiro**

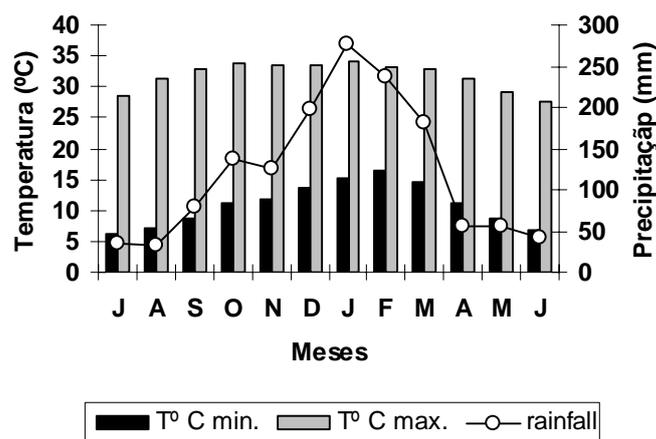
Foram usadas 13 serpentes vivas trazidas ao IB. A atividade dessas serpentes foi filmada assim que elas chegavam ao Laboratório. Por serem raramente coletadas durante a estação seca, apenas três indivíduos (números 11, 12 e 13) foram filmados durante esta estação.

Cada espécime foi colocado em um terrário medindo 50x15x50 centímetros, contendo terra (mistura de vários tipos de solos vendidos em floras) como substrato com 15 cm de altura. A temperatura do ar no terrário não foi controlada e variou conforme a temperatura ambiente. Foi oferecido água e, três vezes por semana, aproximadamente a mesma quantidade de larvas e pupas de formigas como presas. Essas formigas eram coletadas no gramado do Instituto Butantan. Quando o alimento não era consumido, era retirado na manhã seguinte. Cada serpente foi monitorada 24 horas por dia, durante 10 dias. Os registros de atividade sobre a superfície nos dias com e sem alimentos foram analisados em um gráficos simples, onde foi representado no eixo das abscissas apenas o período em que a serpente se mostrou ativa sobre a superfície (17:00 – 1:00h) e no eixo das ordenadas os indivíduos e número de dias que cada indivíduo foi filmado. Um segundo gráfico foi construído tendo no eixo das abscissas o número de horas após ausência de luz no terrário (quando a única fonte de luz era o canhão de infravermelho) e no eixo das ordenadas os indivíduos e períodos de atividade. Para esta etapa do trabalho foi utilizado um circuito fechado de televisão para registros de atividade diária que inclui um programa de computador para análise de imagens, micro-câmeras e luz infravermelha para visão noturna.

## **Resultados**

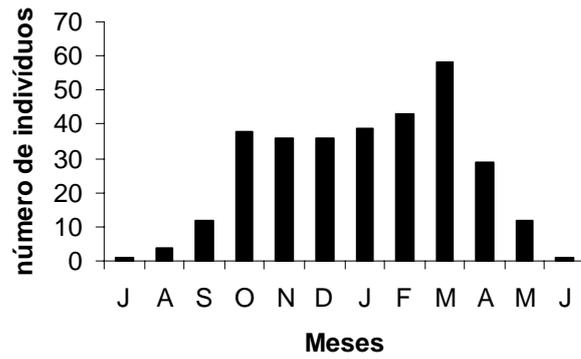
Durante dez anos (1994 - 2003), 309 espécimes adultos de *L. beui* foram recebidos pelo IB, dos quais 81% ( $X^2 = 87,50$ ;  $df = 1$ ;  $p < 0,05$ ) foram coletados no período chuvoso (de outubro - março) (Figura 3), com pico de abundância no mês de março. O número de espécimes coletados diminuiu no início da estação seca, enquanto que um aumento gradual ocorreu no final desta estação (Figura 3). A atividade sazonal foi diferente entre

machos e fêmeas. Fêmeas apresentaram dois picos de atividade, nos meses de outubro e fevereiro, respectivamente, enquanto machos um único pico entre janeiro e março (Figura 4).

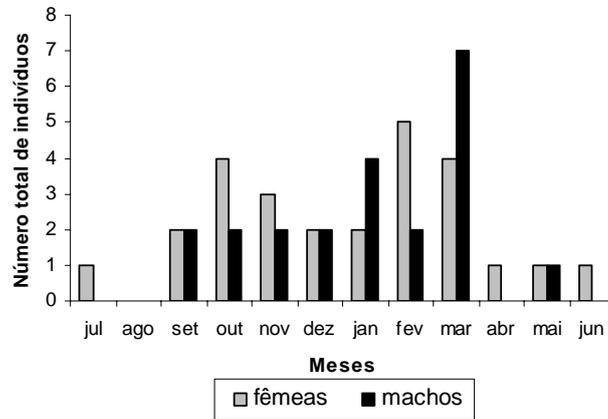


**Figura 2.** Variação da temperatura e precipitação total na cidade de São Paulo (1994 – 2003).

Dados foram obtidos do Instituto de Astronomia e Geociências da Universidade de São Paulo.



**Figura 3.** Número de animais adultos de *Liotyphlops beui* (CRC > 178, N = 309) coletados na cidade de São Paulo e recebidos pelo Laboratório de Herpetologia do Instituto Butantan, São Paulo, Brasil, entre 1994 e 2003.



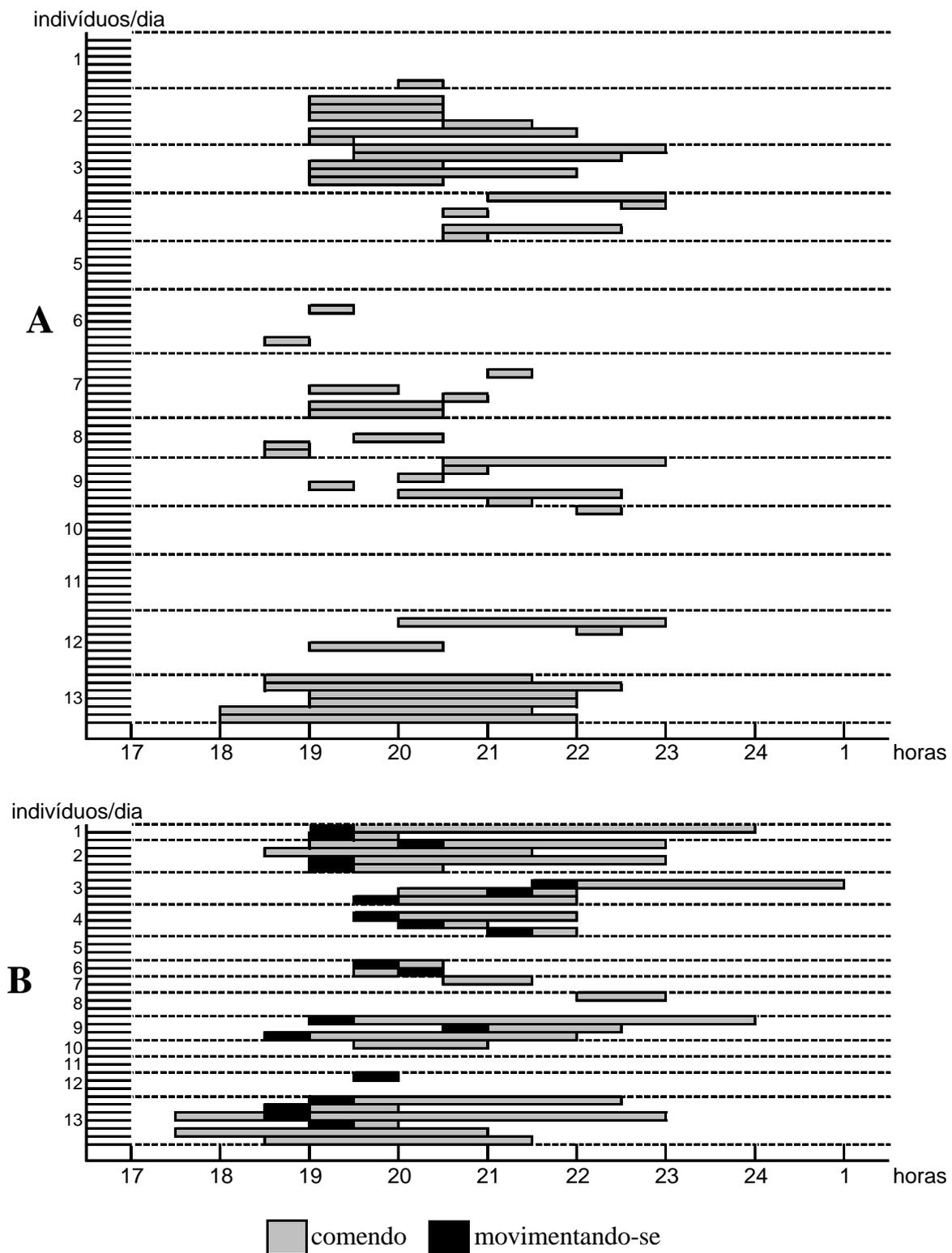
**Figura 4.** Número de animais adultos de *Liotyphlops beui* (CRC >178, N = 48) coletados na cidade de São Paulo e tombados na coleção de serpentes do Instituto Butantan, entre 2003–2007.

A abundância de serpentes parece estar, dentre os fatores climáticos analisados, relacionada à temperatura mínima, não estando relacionada à temperatura máxima nem a precipitação (regressão múltipla,  $R^2 = 0,31$ ;  $p < 0,05$ ;  $N = 120$ ).

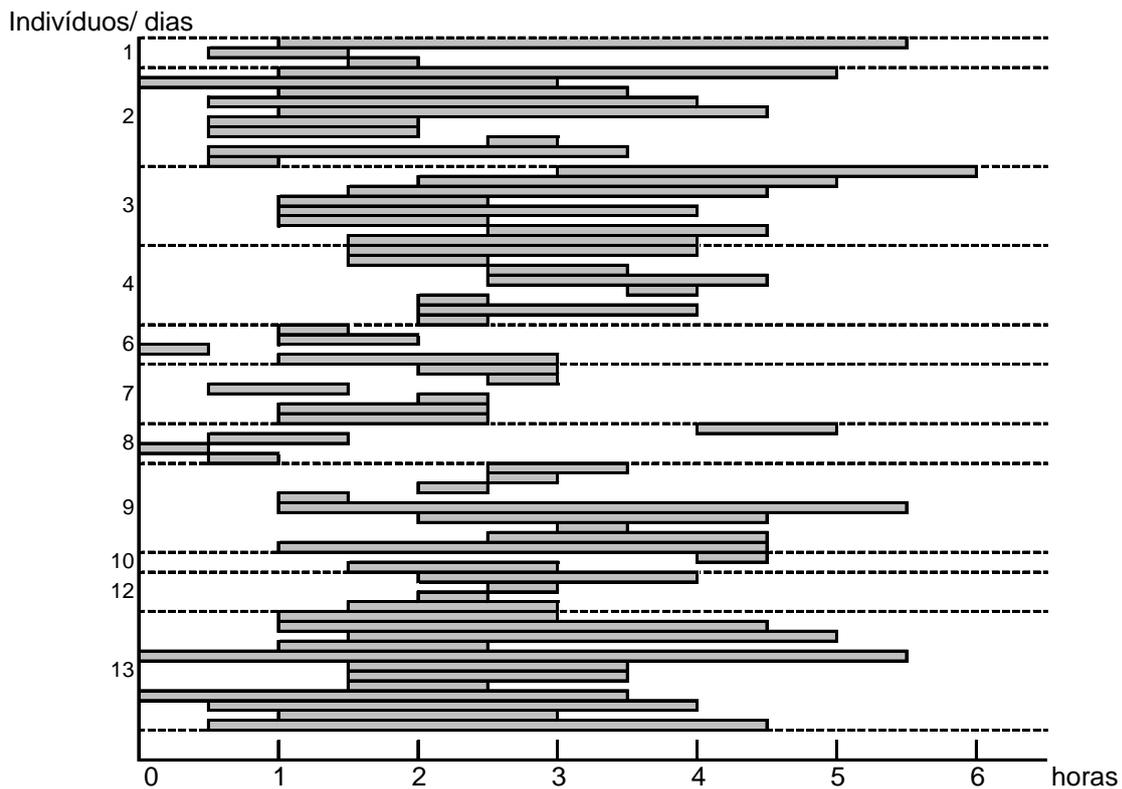
A atividade diária de *L. beui* sobre a superfície ocorreu entre 17:40 e 00:40h, com pico entre 19:00 e 21:00 h (Figura 5 A, B), tendo diminuído consideravelmente em torno de 22:00h. Atividade após às 23:00 h foi registrada apenas em três dos espécimes dentre os onze mantidos no período chuvoso (número 1, 3 e 9). A atividade sobre a superfície geralmente iniciava-se após 19:00h (um único indivíduo observado durante a estação seca - número 13, ver Figura 5 A, B - freqüentemente iniciava a sua atividade entre 17:30 e 18:30 h e terminava entre 22:30 e 23:00h).

Durante o pico de atividade, a temperatura variou entre 14,5° e 21° C, com uma média de 18,5° C. As serpentes foram mais ativas quando o alimento estava disponível nos terrários (com alimento,  $\bar{X} = 2:27h$ ; sem alimento,  $\bar{X} = 1:35h$ ; Figuras 5 A, B). A atividade na superfície só foi registrada durante a noite, nenhum indivíduo mostrou-se ativo durante o dia. Em algumas noites, os espécimes filmados mantiveram-se sob o solo, não sendo, portanto, observada atividade sobre a superfície. Estes dias sem atividade na superfície estão representadas por linhas vazias na figura 5. As serpentes foram ativas em 69% ( $N = 39$ ) dos dias em que o alimento foi oferecido e em 50% ( $N = 86$ ) dos dias em que o alimento não foi oferecido ( $X^2 = 2,885$ ;  $df = 1$ ;  $p > 0,05$ ).

Todos os *L. beui* iniciaram suas atividades quando não havia mais luz no terrário. Na maioria dos dias a atividade se iniciou em torno de 30 minutos a 2:30h após esse período. Nenhum *L. beui* saiu para a superfície depois de 4h de ausência de luz no terrário. Toda a atividade cessou após 6 horas (Figura 6).



**Figura 5.** Atividade diária de *Liotyphlops beui* em cativeiro (n = 13). Cada serpente está representada entre as linhas tracejadas. Linhas vazias correspondem aos dias sem atividade observada. Em A, atividade observada quando não havia alimento no terrário; B, atividade quando havia alimento no terrário.



**Figura 6.** Atividade diária de *Liotyphlops beui* em cativeiro. Só foram representados os dias em que houve atividade sobre a superfície. Cada serpente está representada entre as linhas tracejadas. No eixo das abscissas, 0 representa o horário em que não havia mais luz no terrário.

### Discussão

A análise da abundância de *L. beui* em cada mês do ano revelou um padrão de atividade sazonal unimodal, com decréscimo da atividade durante a estação seca bem mais pronunciada que em outras espécies de serpentes do sudeste do Brasil (MARQUES, ET AL. 2001). Apenas um espécime de *L. beui* foi coletado em junho e outro em julho ao longo de 10 anos, sendo que o mesmo não foi verificado em outras 11 espécies de serpentes Aletinophidia estudadas no sudeste do Brasil. (ver MARQUES, 1996; MARQUES ET AL., 2001, 2006).

A disponibilidade de alimento durante o ano tem sido considerada um dos fatores que podem explicar a atividade sazonal de serpentes neotropicais (HENDERSON ET AL.,

1978, MARQUES *ET AL.*, 2001). Atividade sazonal relacionada à disponibilidade de presas foi verificada em várias espécies de *Ramphotyphlops* sp. (Scolecofídia) da Austrália. Em relação a este último, os espécimes continham presas em seus estômagos principalmente na estação quente (WEBB & SHINE, 1993). *Liotyphlops beui* é especialista em larvas e pupas de formigas (ver capítulo 2). Geralmente, a reprodução das formigas ocorre no início da estação chuvosa, um período em que muitas novas colônias são formadas (TSCHINKEL, 1998). Obviamente, o aumento de colônias na natureza corresponde ao período de alta disponibilidade de alimento para *L. beui*, o que pode influenciar sua abundância durante a estação chuvosa.

A temperatura mínima é outro fator que pode influenciar a atividade sobre a superfície de *L. beui*. A temperatura influencia diretamente a taxa metabólica das serpentes (LILLYWHITE, 1987), limitando seus movimentos. *Liotyphlops beui* é uma serpente pequena e delgada, apresentando, portanto, uma baixa inércia térmica (CHRISTIAN *ET AL.*, 2006). Em serpentes pequenas, a estabilidade termal do corpo é determinada principalmente por ajustes fisiológicos e comportamentais (CHRISTIAN *ET AL.*, 2006). Ao que parece adultos de *L. beui* são ativos na superfície do solo apenas durante períodos noturnos, talvez porque neste horário a temperatura seja mais amena se comparada com a temperatura ao longo do dia e mais quente se comparada à temperatura durante a madrugada. Suas características morfológicas e ecológicas provavelmente impedem estas serpentes de se movimentarem sobre a superfície durante os dias frios, o que pode explicar porque esta espécie não é coletada durante a estação seca como outras serpentes da mesma região.

Machos e fêmeas de *Liotyphlops beui* apresentaram pico de atividade em março. Este pico de atividade parece não estar relacionado com a variação da temperatura mínima e, embora não tenhamos determinado neste estudo, talvez possa ser reflexo do ciclo reprodutivo.

A atividade noturna, observada em *L. beui*, também foi registrada em outros Scolecophidia, como *Typhlops biminiensis* e *T. pusilla* (THOMAS & THOMAS, 1978) e algumas espécies do gênero australiano *Ramphotyphlops* sp. (SHINE & WEBB, 1990), ambos membros da família Typhlopidae. Em experimento de cativeiro, quando exposto a luz contínua *T. biminiensis* ficou completamente inativo por uma semana, indicando que a luz pode influenciar a sua atividade (THOMAS & THOMAS, 1978). É provável que *L. beui* também seja sensível à luz saindo para forragear apenas após o pôr do Sol. Ao que parece, *L. beui* sai para a superfície em busca de alimento. Esse comportamento talvez se deva a necessidade de seguir trilhas de feromônios deixados por suas presas, como já foi observado em outras espécies de Scolecophidia (GEHLBACH ET AL., 1971; WEBB & SHINE, 1992).

Por outro lado, atividade diurna foi registrada em *Leptotyphlops diaplocius* (Leptotyphlopidae), uma pequena serpente da Amazônia com cerca de 208mm de comprimento (MARTINS & OLIVEIRA, 1998). Contudo, dados preliminares obtidos na filmagem da atividade de um espécime cativo de *Leptotyphlops koppesi* (Leptotyphlopidae) da região de Itirapina indicam uma atividade predominantemente noturna (obs. pess.). Em *Tantilla melanocephala*, uma serpente criptozóica, foi observada atividade diurna em indivíduos da Amazônia e atividade noturna em indivíduos do sudeste do Brasil (ver MARQUES & PUERTO, 1992; MARTINS & OLIVEIRA, 1998). Mesmo considerando que *Tantilla melanocephala* da Amazônia talvez não seja da mesma espécie que a do sudeste, ao que parece o ambiente pode influenciar no período de atividade ao longo do dia em serpentes fossoriais e criptozóicas.

O horário de atividade apresentado por *L. beui* pode ser uma resposta ao horário de atividade da presa. Formigas são predominantemente diurnas (TORRES, 1984), durante o período noturno elas podem ser menos agressivas. Outro fator que pode afetar o horário

de atividade e a pressão de predação. No entanto, a falta de estudos sobre predação de *Scolecophidia* não permite uma análise mais conclusiva.

No entanto, temperatura e luz parecem ser os fatores que limitam o horário de atividade. O fato de nenhum *L. beui* sair na presença de luz demonstra que a luz é um fator limitante. Como a atividade diária ocorreu predominantemente durante as primeiras horas da noite, é provável que a atividade esteja relacionada com a temperatura ambiente sobre a superfície. Neste período a temperatura do ar é menor se comparada ao dia e maior se comparada à madrugada. Estas serpentes provavelmente não mantêm uma temperatura corporal ótima por longos períodos, limitando a sua atividade a um período curto e em horário com temperatura ótima para tal comportamento. Dados de um indivíduo mantido em cativeiro durante a estação seca sugerem que *L. beui* inicia a sua atividade mais cedo durante a estação seca, mas não na presença de luz, o que foi demonstrado na figura 5 A e B e figura 6. Algumas serpentes ajustam seu padrão de atividade diária em resposta à temperatura (por exemplo, HECKROTTE, 1962; LANDRETH, 1973) e a intensidade luminosa (THOMAS & THOMAS, 1978) e essa estratégia pode estar ocorrendo em *L. beui*.

## REFERÊNCIAS

- AVILA, R. W., FERREIRA, V., SOUZA, V. B. 2006. Biology of the Blindsnake *Typhlops brongersmianus* (Typhlopidae) in a semideciduous forest from central Brazil. *Herpetological Journal* 16: 403-405.
- BIZERRA, A. F. 1998. História natural de *Tomodon dorsatus* (Serpentes, Colubridae). Dissertação de mestrado. São Paulo.
- CHRISTIAN K. A., TRACY, C. R., TRACY, C. R. 2006. Evaluating thermoregulation in reptiles: an appropriate null model. *The American Naturalist* 168: 421-430.
- GEHLBACH, F. R., WATKINS, J. F., KROLL, J. C. 1971. Pheromone trail-following studies of Typhlopidae, Leptotyphlopidae, and Colubridae snakes. *Behavior* 40: 282-294.
- GIBBONS, J. & SEMLITSCH, R. 1987. Activity patterns. *In: Snakes: Ecology and Evolutionary Biology*. Pp.396-421. R.A. Seigel, J.T. Collins, S. Novak, (eds.). Mac Millan Publishing Company, New York.
- GREENE, H. W. 1997. Snakes: The evolution of mystery in nature. 351p. University of California Press, Berkeley, L.A. and London.
- HECKROTTE, C. 1962. The effect of the environmental factors in the locomotory activity of the plains garter snake (*Thamnophis radix radix*). *Animal Behavior* 10: 193-207.
- HENDERSON, R. W., DIXON, J. R., SOINI, P. 1978. On the seasonal incidence of tropical snakes. *Milwaukee Public Museum. Contributions in Biology and Geology* 17: 1-15.
- INSTITUTO DE ASTRONOMIA, GEOFÍSICA E CIÊNCIAS ATMOSFÉRICAS (IAG). Universidade de São Paulo. Departamento de Ciências Atmosféricas. Seção Técnica de Serviços Meteorológicos.
- KLEY, N. J. 2003. Early Blindsnake (Anomalepididae). *In: Grzimek's Animal Life Encyclopedia*. Pp. 369-372. M. Hutchins, J. B. Murphy, N. Schlager, (eds). Gale Group, Farmington Hills.

- LANDRETH, H. F. 1973. Orientation and behavior of the rattlesnake, *Crotalus atrox*. *Copeia* 1973: 26-31.
- LILLYWHITE, H. B. 1987. Circulatory adaptations of snakes to gravity. *American Zoologist* 27: 81-95.
- LLEWELYN, J., SHINE, R., WEBB, J. K. 2006. Time of testing affects locomotor performance in nocturnal versus diurnal snakes. *Journal of Thermal Biology* 31: 268-273.
- MACIEL, A. P., DI-BERNARDO, M., HARTZ, S. M., OLIVEIRA, R. B., PONTES, G. M. F. 2003. Seasonal and daily activity patterns of *Liophis poecilogyrus* (Serpentes: Colubridae) on the North Coast of Rio Grande do Sul, Brazil. *Amphibia-Reptilia* 24: 189-200.
- MARQUES, O. A. V. 1996. Reproduction, seasonal activity and growth of the coral snake, *Micrurus corallinus* (Elapidae), in the southeastern Atlantic Forest in Brazil. *Amphibia-Reptilia* 17: 277-285
- MARQUES, O. A. V. & PUERTO, G. 1992. Dieta e comportamento alimentar de *Erythrolamprus aesculapii*, uma serpente ofiófaga. *Revista Brasileira de Biologia* 54: 253-259.
- MARQUES, O. A. V. ETEROVIC, A., ENDO, W. 2001. Seasonal activity of snakes in the Atlantic forest in southeastern Brazil. *Amphibia-Reptilia* 20: 103-111.
- MARQUES, O. A. V., SAWAYA, R. J., STENDER-OLIVEIRA, F., FRANÇA, F.G.R. 2006. Ecology of the colubrid snake *Pseudablabes agassizii* in south-eastern South America. *Herpetological Journal* 16: 37-45.
- MARTINS, M. & OLIVEIRA, M. E. 1998. Natural history of snakes in forests of the Manaus region, Central Amazônia, Brazil. *Herpetological Natural History* 6: 78-150.
- NIMER, E. 1989. Climatologia do Brasil. 421p. Rio de Janeiro, RJ: Fundação Instituto Brasileiro de Geografia e Estatística-IBGE.

- OLIVEIRA, M. E. & MARTINS, M. 2001. When and where to find a pitviper: activity patterns and habitat use of the lancehead, *Bothrops atrox*, in central Amazonia, Brazil. *Herpetological Natural History* 8: 101-110.
- PREFEITURA DO MUNICÍPIO DE SÃO PAULO. 2002. Atlas Ambiental do Município de São Paulo. Fase I: Diagnóstico e bases para a definição de políticas públicas para as áreas verdes no Município de São Paulo. *PMSP* 1: 1-198.
- PUNZO, F. 1974. Comparative analysis of the feeding habits of two species of Arizona Blind Snakes, *Leptotyphlops h. humilis* and *Leptotyphlops d. dulcis*. *Journal of Herpetology* 8: 153-156.
- SALOMÃO, M. G., ALMEIDA-SANTOS, S.M., PUERTO, G. 1995. Activity pattern of *Crotalus durissus* (Viperidae, Crotalinae): feeding, reproduction and snakebite. *Studies on Neotropical Fauna and Environment* 30: 101-106.
- SHINE, R. & WEBB, J.K. 1990. Natural history of Australian Typhlopidae snakes. *Journal of Herpetology* 24: 357-363.
- THOMAS, K. R. & THOMAS, R. 1978. Locomotor activity responses to photoperiod in four west indian fossorial squamates of the genera *Amphisbaena* and *Typhlops* (Reptilia, Lacertilia). *Journal of Herpetology* 12: 35-41.
- TORRES, J. A. 1984. Niches and coexistence of ant communities in Puerto Rico: repeated patterns. *Biotropica* 16: 284-295.
- TSCHINKEL, W. R. 1998. The reproductive biology of fire ant societies. *BioScience* 48: 593-605.
- WEBB, J. K. & SHINE, R. 1992. To find an ant: trail-following in Australian blindsnakes (Typhlopidae). *Animal Behavior* 43: 941-948.
- WEBB, J. K. & SHINE, R. 1993. Dietary habits of Australian blindsnakes (Typhlopidae). *Copeia* 762-770.

- WEBB, J. K., SHINE, R., BRANCH, W. R., HARLOWS, P. S. 2000. Life-history strategies in basal snakes: reproduction and dietary habits of the African thread snake *Leptotyphlops scutifrons* (Serpentes: Leptotyphlopidae). *Journal of Zoology* 250: 321-327
- WEBB, J. K., BRANCH, W. R., SHINE, R. 2001. Dietary habits and reproductive biology of *Typhlops* snakes from Southern Africa. *Journal of Herpetology* 35: 558-567.

## CAPÍTULO II

### **Hábitos alimentares de *Liotyphlops beui* (Serpentes: Scolecophidia), em São Paulo, Brasil**

#### **Resumo**

As serpentes Scolecophidia possuem dieta bastante distinta dos Aletinophidia e seu estudo pode auxiliar na compreensão da evolução dos hábitos alimentares entre os Squamata. No presente estudo foram analisados conteúdos estomacais de 177 espécimes de *Liotyphlops beui* da família Anomalepididae. Quando possível os conteúdos foram pesados, identificados, o número de itens contados e a maior presa de cada conteúdo medida em seu comprimento e largura. *Liotyphlops beui* alimentou-se principalmente de larvas e pupas de formigas, como ocorre com a maioria dos Scolecophidia já estudados. As espécies de formigas encontradas no trato digestório de *L. beui* são abundantes na cidade de São Paulo. Fêmeas parecem comer uma quantidade maior de pressas quando comparada aos machos. Esta diferença pode estar relacionada ao maior custo energético investido na reprodução pelas fêmeas. A frequência de fêmeas alimentadas foi maior nos meses de setembro e fevereiro. O mês de setembro pode estar relacionado com a vitelogênese secundária e fevereiro ao período após a postura dos ovos, que explicaria a maior necessidade de se alimentar neste período.

**Palavras chaves:** *Liotyphlops beui*, Anomalepididae, alimentação, Scolecophidia, dimorfismo

## Introdução

Informações sobre o hábito alimentar podem ser obtidas por meio da análise dos conteúdos estomacais, dos quais podem ser tomadas medidas como o número, comprimento, massa, volume e valor energético das presas ingeridas. (SHINE & WEBB, 1990; WEBB *ET AL.*, 2000). A dieta é amplamente estudada em vários grupos de serpentes Alethinophidia, mas em Scolecophidia há dados apenas para algumas espécies das famílias Typhlopidae e Leptotyphlopidae (PUNZO, 1974; SHINE & WEBB, 1990; WEBB *ET AL.*, 2000, 2001, AVILA *ET AL.*, 2006).

A dieta dos Scolecophidia é bastante distinta dos Alethinophidia, sendo composta de pequenos invertebrados, consumidos em grandes quantidades (PUNZO, 1974; WEBB & SHINE, 1992, 1993b; WEBB *ET AL.*, 2000, 2001). Pelo menos uma espécie se alimenta de minhocas (*Acutotyphlops subocularis*), e grande parte preda térmitas (*Ramphotyphlops polygrammicus*), larvas e pupas de formigas (*Ramphotyphlops* spp.) ou formigas adultas (*Typhlops platycephalus*) (WEBB & SHINE, 1993a). Este último item é raro em conteúdos estomacais, possivelmente pela grande quantidade de tecidos quitinosos difíceis de serem digeridos, conferindo menor valor nutritivo para este tipo de presa (WEBB *ET AL.*, 2001). É usual encontrar vários itens de uma mesma espécie de formiga, incluindo suas larvas, ovos e pupas, no estômago de uma única serpente (WEBB & SHINE, 1993a; WEBB *ET AL.*, 2001).

Para terem acesso a esse tipo de alimento, essas serpentes possuem características como substâncias repelentes de insetos (SHINE & WEBB, 1990; GREENE, 1997) e a capacidade de seguir trilhas de feromônios deixados por suas presas (GEHLBACH *ET AL.*, 1971; WEBB & SHINE, 1992). Além disso, tais serpentes apresentam olhos pequenos recobertos por placas e escamas compactas que evitam injúrias caso as formigas ataquem (SHINE, 1991). A maioria das espécies possui um pequeno espinho na ponta da cauda, usado como apoio para a locomoção dentro dos túneis dos formigueiros

(SHINE, 1991; GREENE, 1997). A boca é pequena e ventral, de modo que o animal possa posicionar a boca sobre a presa e apoiá-la contra o solo facilitando a apreensão (KLEY, 2001). Para diminuir o tempo de exposição às formigas, os Scolecophidia desenvolveram mecanismos de alimentação em que são capazes de engolir rapidamente o alimento (KLEY, 2003b), em alguns casos ingerindo cerca de 100 presas por minuto (KLEY, 2003a).

O comportamento de procura pelo alimento, o tipo de presa consumida e a frequência com que cada espécie se alimenta ao longo do ano podem indicar o hábitat usado por uma determinada serpente (GEHLBACH ET AL., 1971; WEBB & SHINE, 1992; BERNARDE ET AL., 2000), as relações entre essa serpente e outros organismos (GEHLBACH & BALDRIDGE, 1987), bem como as relações filogenéticas entre as serpentes (WEBB ET AL., 2000). Nada se conhece sobre dieta das espécies de Anomalepididae, possivelmente porque esta família possui espécies raramente encontradas na natureza e pouco representadas em coleções herpetológicas. A espécie *Liotyphlops beui*, no entanto, é abundante na cidade de São Paulo e bem representada na coleção herpetológica do Instituto Butantan (IB), o que possibilitou o desenvolvimento deste estudo.

O objetivo do presente trabalho é descrever os itens que compõem a dieta de *L. beui* e verificar se há diferenças na dieta de machos e fêmeas desta espécie.

## **Métodos**

Foram analisados 177 espécimes de *L. beui* do IB. De cada indivíduo foram obtidos: sexo, comprimento rostro-cloacal (CRC), largura da boca (LB) e massa corporal. Esses exemplares foram dissecados por meio de incisão ventral e os itens alimentares presentes ao longo do trato digestório (estômago e intestino) foram retirados e conservados em álcool a 70%.

A identificação dos itens foi feita por consulta a especialistas (Museu de Zoologia da Universidade de São Paulo, MZUSP). Após a análise, os conteúdos foram devolvidos à coleção do IB.

Dos conteúdos alimentares foram obtidas, quando possível o comprimento e a largura da maior presa e a massa total do conteúdo de cada serpente (PUNZO, 1974; SHINE & WEBB, 1990). Foi verificada a existência de correlação (regressão linear; ZAR, 1999) entre a LB das serpentes e o comprimento e largura das presas e entre o CRC e massa de *L. beui* e a massa do conteúdo alimentar.

Para verificar se há diferenças no número de machos e fêmeas com itens alimentares no trato digestório, foi usado o teste Qui-quadrado. Para sazonalidade na obtenção do alimento por machos e fêmeas de *L. beui*, foi construído um gráfico com a porcentagem de indivíduos alimentados dentre todos os dissecados no presente estudo. Nos meses de junho, julho e agosto não foram encontrados nenhum exemplar alimentado.

Todas as análises foram feitas usando programa computacional (Statsoft cinco e seis) e as possíveis diferenças foram consideradas significativas quando  $p < 0,05$ .

## **Resultados**

Dos 177 exemplares de *L. beui* dissecados, 95 (54%) indivíduos de *L. beui* possuíam vestígios de alimento nos tubos digestórios (38 no estômago e 76 no intestino). O número de presas por indivíduo variou bastante (larvas,  $\bar{x} = 6,75$ , amplitude 0 - 196; pupas,  $\bar{x} = 0,64$ , amplitude 0 - 17).

Todos os conteúdos identificados eram compostos principalmente por imaturos de artrópodes e alguns poucos por fragmentos de adultos. A identificação da maior parte das presas não foi possível por conta do grau de digestão ou ausência de pupas. Entre 22

conteúdos identificados, cinco foram identificadas como artrópodes devido à presença de fragmentos de quitina, 15 Formicidae e um Isoptera (Tabela 1).

**Tabela 1.** Número de conteúdos alimentares identificados dentre os encontrados no trato digestório de *Liotyphlops beui*

Ordem	Família	Subfamília	Espécie	N
Hymenoptera	Formicidae	Ectatomminae	<i>Gnanptogenys striatula</i>	1
			Myrmicinae	<i>Cyphomyrmex</i> sp.
		<i>Pheidole</i> spp.		2
		<i>Solenopsis</i> spp.		7
		espécie indeterminada		1
		Isóptera		

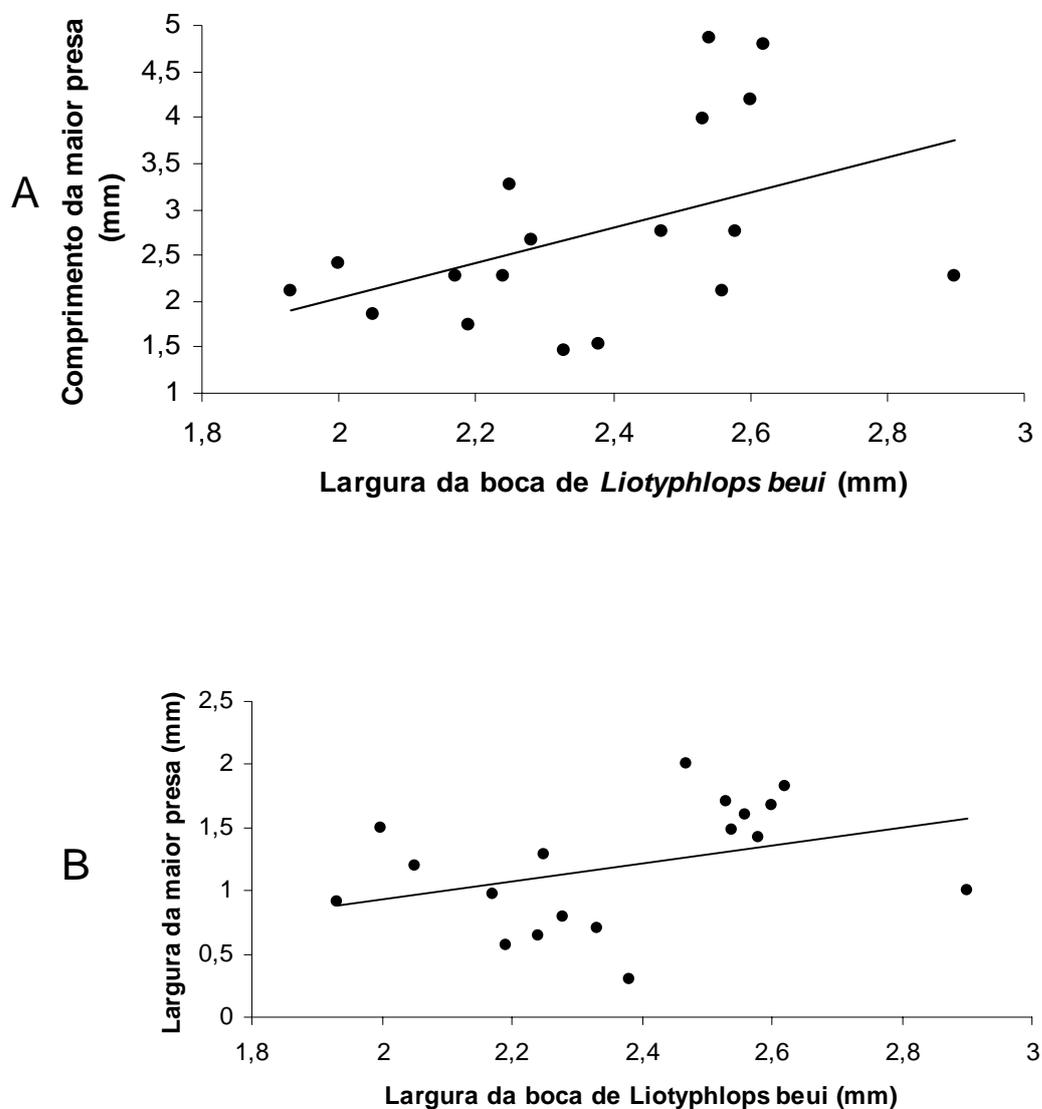
Os comprimentos das maiores presas de cada conteúdo estomacal não estão relacionados com a largura da boca de *L. beui* (regressão linear,  $R^2 = 0,20$ ;  $p > 0,05$ ;  $N = 18$ ; Figura 1A). A largura das maiores presas também não apresentou relação com a largura da boca (regressão linear,  $R^2 = 0,14$ ;  $p > 0,05$ ;  $N = 18$ ; Figura 1B). A maior presa ingerida tinha o dobro do tamanho da LB do indivíduo que a consumiu (LB = 2,54 mm, tamanho da presa = 4,87 mm). As presas foram em média maiores que a largura da boca de *L. beui* (LB,  $\bar{X} = 2,29$  mm; larvas,  $\bar{X} = 2,63$  mm; pupas,  $\bar{X} = 2,45$  mm).

Não houve relação entre a massa de *L. beui* com a massa total do conteúdo estomacal (regressão linear,  $R^2 = 0,01$ ;  $p > 0,05$ ;  $N = 33$ ; fêmeas,  $R^2 = 0,004$ ;  $p > 0,05$ ;  $N = 18$ ; machos,  $R^2 = 0,05$ ;  $p > 0,05$ ;  $N = 15$ ; Figura 2).

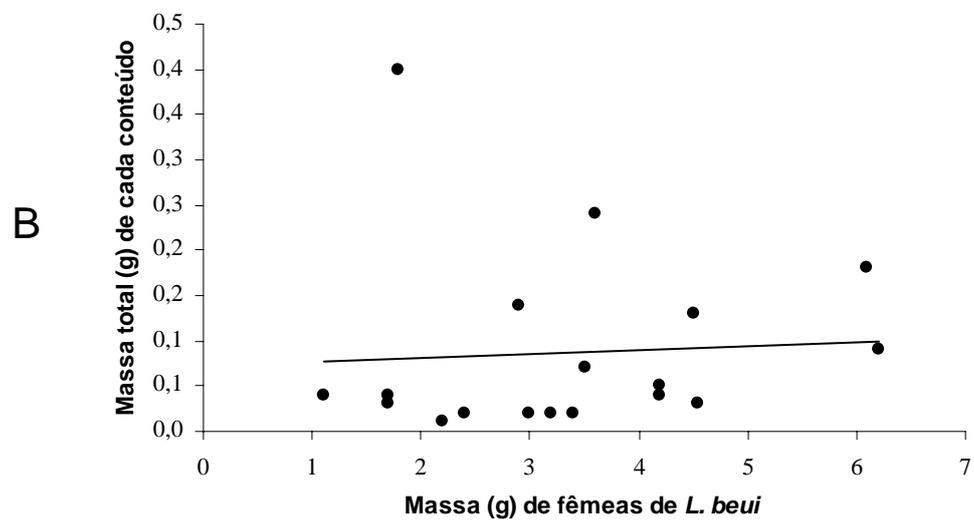
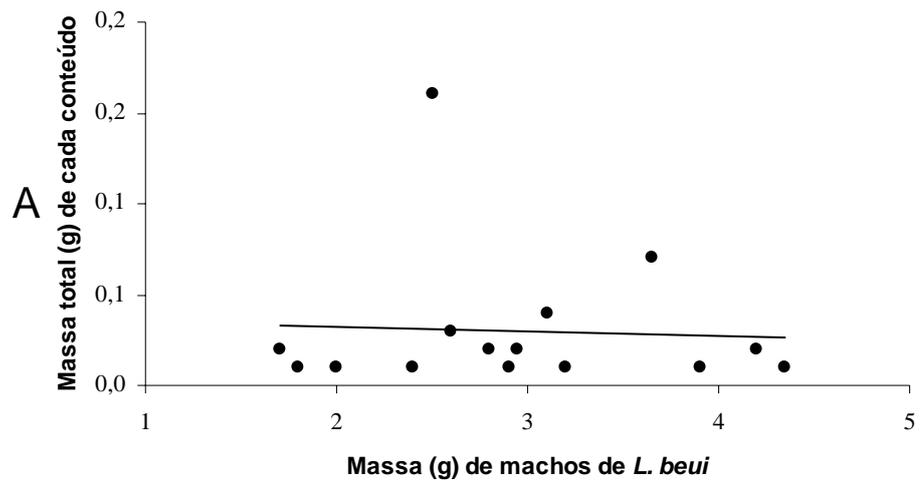
A relação entre o CRC de *L. beui* e a massa do conteúdo alimentar foi inversamente significativa para machos (regressão linear,  $R^2 = -0,89$ ;  $p < 0,05$ ;  $N = 17$ ), e não houve relação entre o CRC e a massa do conteúdo alimentar de fêmeas (regressão linear,  $R^2 = 0,013$ ;  $p > 0,05$ ;  $N = 20$ ) ou quando ambos os sexos eram analisados juntos (regressão linear,  $R^2 = 0,04$ ;  $p > 0,05$ ;  $N = 32$ ; Figura 3).

De todos os exemplares analisados, 53% das fêmeas e 54% dos machos apresentavam algum conteúdo alimentar em seu trato digestório, não havendo, portanto diferença significativa no número de indivíduos alimentados quando comparados machos e fêmeas ( $X^2 = 0,55$ ;  $p > 0,05$ )

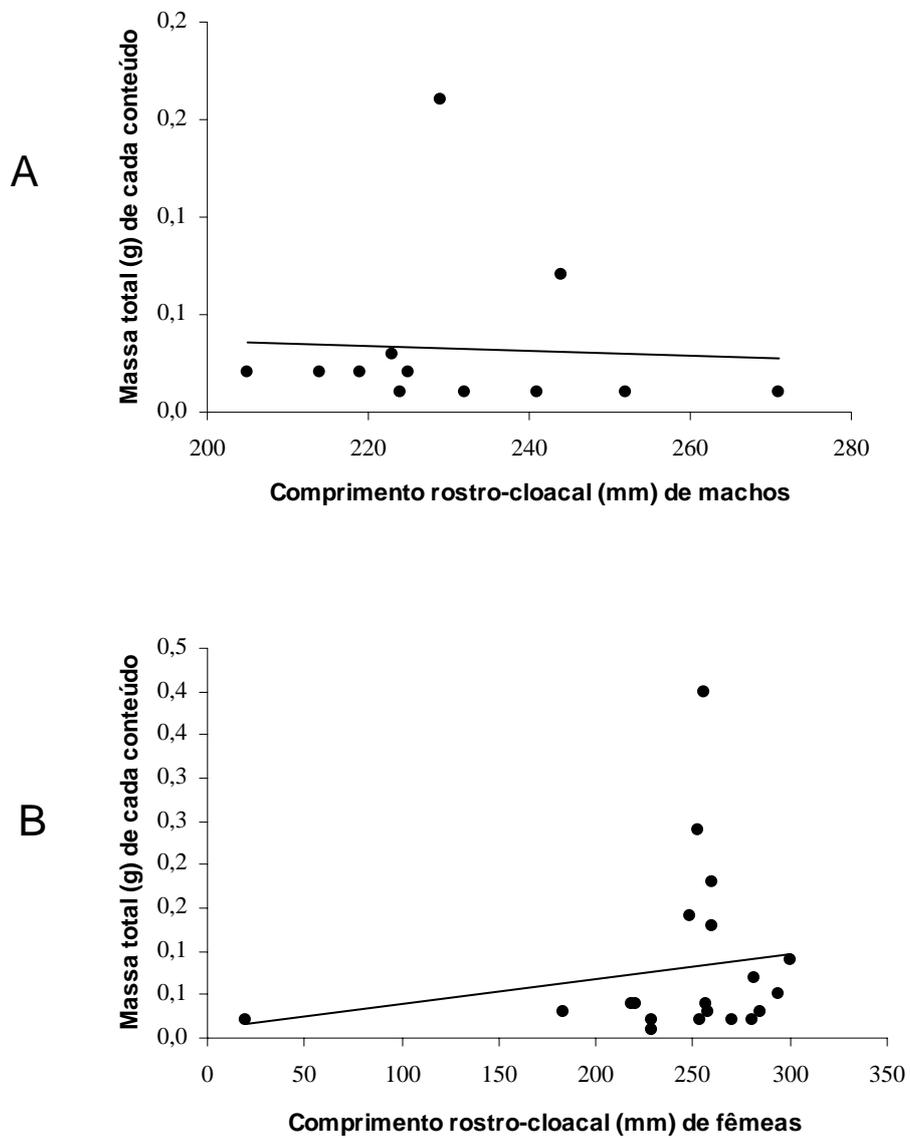
A sazonalidade na obtenção do alimento mostrou-se distribuída ao longo de todo ano. As fêmeas alimentaram-se proporcionalmente mais que machos na maioria dos meses, com grandes diferenças em setembro e fevereiro (Figura 4).



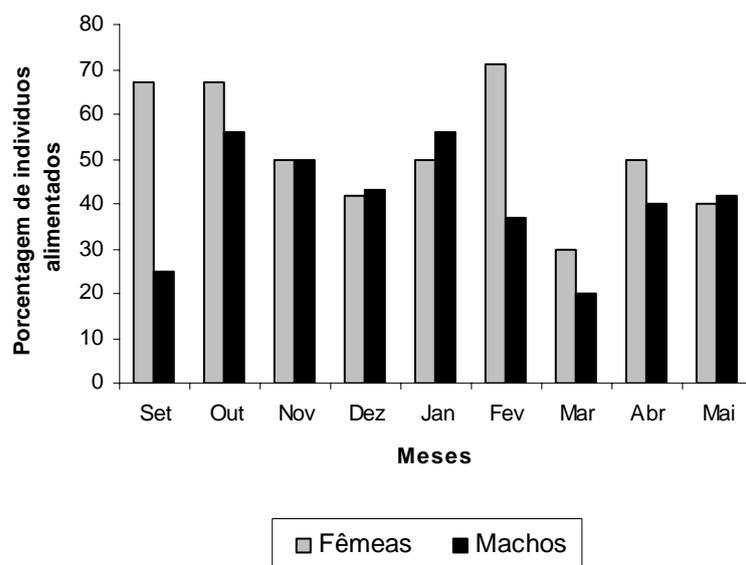
**Figura 1.** Em A, comprimento e em B, a largura das maiores presas (mm) encontradas nos conteúdos alimentares em relação à largura da boca (mm) de *L. beui* provenientes de São Paulo, SP.



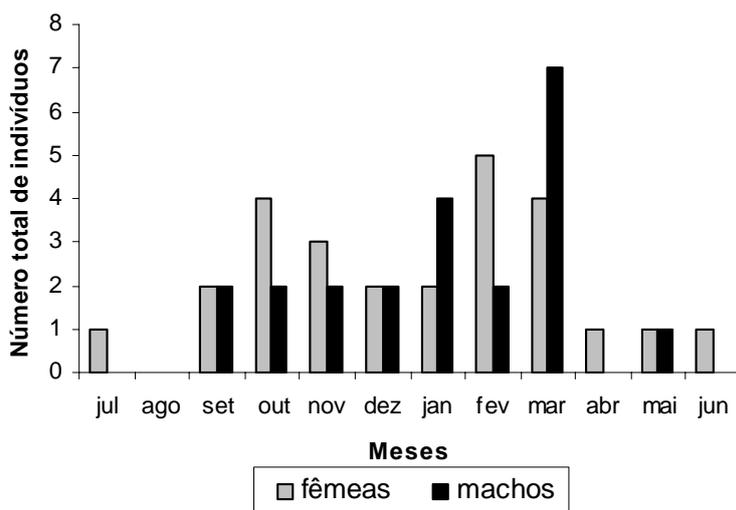
**Figura 2.** Massa total (g) de cada conteúdo encontrado nos tubos digestórios em relação à massa (g) de machos (A) e fêmeas (B) de *L. beui* provenientes de São Paulo, SP.



**Figura 3.** Massa total (g) de cada conteúdo encontrado nos tubos digestórios em relação ao comprimento rostro-cloacal de machos (A) e fêmeas (B) de *L. beui* provenientes de São Paulo, SP.



**Figura 4.** Porcentagem do número de machos e fêmeas que continham alimento em seus tratos digestórios. Todos os *L. beui* são provenientes da cidade de São Paulo, SP, Brasil.



**Figura 5.** Número de animais adultos de *Liotyphlops beui* (CRC >178, N=48) coletados na cidade de São Paulo e tombados na coleção de serpentes do Instituto Butantan, entre 2003–2007.

## Discussão

Como outros *Scolecophidia*, *L. beui* alimenta-se de invertebrados (PUNZO, 1974; SHINE & WEBB, 1990; WEBB *ET AL.*, 2000). Esta espécie é especialista, e alimenta-se quase exclusivamente de imaturos de formigas. A especialização alimentar é registrada em outros *Scolecophidia* (WEBB & SHINE, 1993a) e a maioria das espécies estudadas até o momento predam larvas e pupas de formigas (PUNZO, 1974; WEBB *ET AL.*, 2000, 2001; AVILA *ET AL.*, 2006).

A preferência por formas imaturas de formigas já foi verificada em *Leptotyphlops humilis*, *L. dulcis*, e em várias espécies de Typhlopidae, (PUNZO, 1974; WEBB & SHINE, 1993b; WEBB *ET AL.*, 2000; ÁVILA *ET AL.*, 2006). As formas imaturas parecem ser preferidas em função da maior facilidade de ingestão (formigas adultas possuem camada espessa de quitina e podem ser capazes de retaliar) e maior valor nutritivo (WEBB *ET AL.*, 2001; HOLWAY *ET AL.*, 2002). Além disso, *Gnanptogenys striatula*, *Pheidole* spp. e *Solenopsis* spp. encontradas no conteúdo estomacal de *L. beui* podem construir colônias relativamente grandes (HOLWAY *ET AL.*, 2002; FEITOSA & RIBEIRO, 2005; CORRÊA *ET AL.*, 2006), sendo um abundante suprimento alimentar.

*Gnanptogenys striatula*, *Pheidole* spp. e *Solenopsis* spp. são formigas que constroem ninhos no solo (FEITOSA & RIBEIRO, 2005; CORRÊA *ET AL.*, 2006). Todas estas espécies apresentam reprodução poligínica (uma única colônia possui mais de uma rainha), embora *Solenopsis* possa apresentar reprodução monogínica ou poligínica (HOLWAY *ET AL.*, 2002). Ao que parece, a poliginia está relacionada com a capacidade de formar novas colônias porque os ninhos podem se dividir quando uma rainha acompanhada de algumas operárias forma uma nova colônia (HOLWAY *ET AL.*, 2002). Talvez isso explique porque estas formigas são tão comuns na Mata Atlântica (MARINHO *ET AL.*, 2002; BLATRIX *ET AL.*, 2002; FEITOSA & RIBEIRO, 2005). e também em ambientes antropizados (HOLWAY *ET AL.*, 2002). Colônias numerosas, com facilidade para se

dispersar, invasoras de ambientes antropizados e que constroem seus ninhos no solo parece ser alimento ideal para *L. beui*, uma serpente fossorial, urbana, que forrageia sobre a superfície do solo e se alimenta de um grande número de presas.

As formigas *Solenopsis* são pequenas e possuem ferrão para inocular veneno que as tornam capazes de caçar e subjugar invertebrados e vertebrados relativamente grandes (HOLWAY ET AL., 2002). *Gnanptogenys striatula* e *Pheidole* spp. constroem ninhos relativamente grandes (BLATRIX ET AL., 2002), sendo possível que sejam capazes de se defenderem em grandes grupos. Por essa razão, é esperado que *L. beui* apresente estratégias defensivas contra suas presas. De acordo com KLEY (2003a), para evitar o ataque de formigas, Typhlopidae e Leptotyphlopidae desenvolveram a capacidade de se alimentarem rapidamente, sendo capazes de ingerir até 100 presas por minuto. Há ainda alguns Scolecophidia que produzem feromônios repelentes a formigas (WATKINS ET AL., 1969). Além disso, as escamas dessas serpentes são muito lisas, o que dificulta o ataque de formigas pequenas (WEBB & SHINE, 1993b; WEBB ET AL., 2001). Ao que parece, *L. beui* alimenta-se de grande número de presas de uma mesma colônia de formigas (em um exemplar de *L. beui* foi encontrada a formiga *Gnanptogenys striatula* tanto no estômago quanto no intestino). Alimentar-se de muitas presas em uma única colônia de formigas evita retaliação, já que não será necessário que a serpente visite outro formigueiro.

A ausência de correlação entre CRC e massa de *L. beui* com a massa total provavelmente reflete diferentes graus de digestão das presas em função do tempo em que tenham se alimentado. Como o alimento é pouco quitinoso, provavelmente o conteúdo alimentar dos espécimes da coleção apresentam diferentes estágios de digestão, dificultando comparações envolvendo a massa total do conteúdo. De qualquer forma, fêmeas parecem se alimentar de quantidades maiores quando comparadas com machos de mesmo tamanho. Isso pode significar que fêmeas possuem necessidades energéticas maiores que machos. Essa maior necessidade energética parece estar

relacionada ao gasto das fêmeas com reprodução. Fêmeas apresentaram um pico de atividade em setembro quando estão em vitelogenese secundaria e um pico em fevereiro provavelmente após a postura (ver capítulo III). Seria importante determinar se há sazonalidade na obtenção de alimento, usando fêmeas em todos os meses do ano. Isso não foi possível neste trabalho porque não havia fêmeas no mês de junho enquanto julho e agosto foram pouco representados.

A largura da boca não esteve relacionada com o tamanho da maior presa. No entanto, em média as larvas e pupas consumidas foram maiores que a largura da boca, indicando que *L. beui* é capaz de capturar presas de diferentes tamanhos, geralmente maiores que a largura da boca. Além disso, muitas larvas e pupas das formigas eram pequenas (amplitude 0,6 – 4,87 mm de comprimento). Existem pupas e larvas com tamanho inferior a menor largura da boca (1,42 mm) amostrado neste trabalho, indicando disponibilidade de suprimento aos menores *L. beui* (ver WEBB & SHINE 1993b; WEBB ET AL., 2001).

Todos os exemplares de *L. beui* analisados neste trabalho são provenientes da cidade de São Paulo. Como a área de amostragem é uma região urbana (altamente antropizada) e as formigas encontradas como item alimentar são urbanas e invasoras (HOLWAY, 2002), seria importante comparar os hábitos alimentares de *L. beui* em ambientes preservados. É provável que, ao mudar a distribuição de formigas *L. beui* prede espécie diferentes.

## REFERÊNCIAS

- AVILA, R. W., FERREIRA, V.; SOUZA, V. B. 2006. Biology of the Blindsnake *Typhlops brongersmianus* (Typhlopidae) in a semideciduous forest from central Brazil. *Herpetological Journal* 16: 403-405.
- BERNARDE, P. S., KOKUBUM, M. N. C., MARQUES, O. A. V. 2000. Utilização de habitat e atividade em *Thamnodynastes strigatus* (Günther, 1858) no Sul do Brasil (Serpentes, Colubridae). *Boletim do Museu Nacional* 428: 1-8.
- BLATRIX, R., SCHULZ, C., JAISON, P., FRANCKE, W., HEFETZ, A. 2002. Trail pheromone of ponerine ant *Gnamptogenys striatula*: 4-methylgeranyl esters from Dufour's gland. *Journal of Chemical Ecology* 28: 2557-2567.
- CORRÊA, M. M., FERNANDES, W. D., LEAL, I. R. 2006. Diversidade de formigas Epigéicas (Hymenoptera: Formicidae) em Capões do Pantanal Sul Matogrossense: relações entre riqueza de espécies e complexidade estrutural da área. *Neotropical Entomology* 35: 724-730.
- FEITOSA, R. S. M., RIBEIRO, A. S. 2005. Mirmecofauna (Hymenoptera, Formicidae) de serapilheira de uma área de Floresta Atlântica no Parque Estadual da Cantareira – São Paulo, Brasil. *Biotemas* 18: 51-71.
- GEHLBACH, F. R. & BALDRIDGE, R. S. 1987. Live blind snake (*Leptotyphlops dulcis*) in eastern screech owl (*Otus asio*) nests: a novel commensalisms. *Oecologia* 71: 560-563.
- GEHLBACH, F. R., WATKINS, J. F., KROLL, J. C. 1971. Pheromone trail-following studies of Typhloid, Leptotyphloid, and colubrid snakes. *Behavior* 40: 282-294.
- GREENE, H. W. 1997. Snakes: The evolution of mystery in nature. 351p. University of California Press, Berkley, L.A. and London.

- HOLWAY, D. A., LACH, L., SUAREZ, A. V., TSUTSUI, N. D., CASE, T. J. 2002. The causes and consequences of ant invasions. *Annual Review of Ecology and Systematics* 33: 181-233.
- KLEY, N. J. 2001. Prey transport mechanisms in blindsnakes and the evolution of unilateral feeding systems in snakes. *American Zoologist* 41: 1321-1337.
- KLEY, N. J. 2003a. Blindsnakes (Typhlopidae). *In: Grzimek's Animal Life Encyclopedia*. Pp. 379-385. M. Hutchins, J. B. Murphy, N. Schlager, (eds). Gale Group, Farmington Hills.
- KLEY, N. J. 2003b. Slender blindsnakes (Leptotyphlopidae). *In: Grzimek's Animal Life Encyclopedia*. Pp. 373-377. M. Hutchins, J. B. Murphy, N. Schlager (eds). Gale Group, Farmington Hills.
- MARINHO, C. G. S., ZANETTI, R.; DELABIE, J. H. C., SCHLINDWEIN, M. N., RAMOS, L. S. 2002. Diversidade de formigas (Hymenoptera: Formicidae) de serapilheira em Eucaliptais (Myrtaceae) e área de Cerrado de Minas Gerais. *Neotropical Entomology* 31: 187-195.
- PUNZO, F. 1974. Comparative analysis of the feeding habits of two species of Arizona Blind Snakes, *Leptotyphlops h. humilis* and *Leptotyphlops d. dulcis*. *Journal of Herpetology* 8: 153-156.
- SHINE, R. 1991. Intersexual dietary divergence and the evolution of sexual dimorphism in snakes. *American Naturalist* 138: 103-122.
- SHINE, R. & WEBB, J.K. 1990. Natural history of Australian Typhlopidae snakes. *Journal of Herpetology* 24: 357-363.
- WATKINS, J. F., GEHLBACH, F. R., KROLL, J. C. 1969. Attractant-repellent secretions of Blind Snakes (*Leptotyphlops dulcis*) and their army ant prey (*Neivamyrmex nigrescens*). *Ecology* 50: 1098-1102.

- WEBB, J. K. & SHINE, R. 1992. To find an ant: trail-following in Australian blindsnakes (Typhlopidae). *Animal Behavior* 43: 941-948.
- WEBB, J. K., BRANCH, W. R., SHINE, R. 2001. Dietary habits and reproductive biology of *Typhlops* snakes from Southern Africa. *Journal of Herpetology* 35: 558-567.
- WEBB, J. K. & SHINE, R. 1993a. Dietary habits of Australian blindsnakes (Typhlopidae). *Copeia* 762-770.
- WEBB, J. K. & SHINE, R. 1993b. Prey-size selection, gape limitation and predator vulnerability in Australian blindsnakes (Typhlopidae). *Animal Behavior* 45: 1117-1126.
- WEBB, J. K., SHINE, R., BRANCH, W. R., HARLOWS, P. S. 2000. Life-history strategies in basal snakes: reproduction and dietary habits of the African thread snake *Leptotyphlops scutifrons* (Serpentes: Leptotyphlopidae). *Journal of Zoology* 250: 321-327.
- ZAR, J. R. 1999. Biostatistical analysis. New Jersey: Prentice-Hall Inc.

## CAPÍTULO III

### **Ecologia reprodutiva e dimorfismo sexual de *Liotyphlops beui* (Serpentes: Anomalepididae) em São Paulo, Brasil**

#### **Resumo**

Estudos sobre dimorfismo sexual e ciclo reprodutivo foram feitos apenas para as serpentes das famílias Leptotyphlopidae e Typhlopidae. Nada se conhece sobre aspectos reprodutivos para espécies da família Anomalepididae. Para este estudo foram dissecados 134 espécimes de *Liotyphlops beui* dos quais foram obtidas as seguintes informações: data de coleta, comprimento rostro – cloacal (CRC), comprimento da cauda (CC), massa corporal, medida do diâmetro do maior folículo ovariano, número de folículos vitelogênicos, volume dos testículos, diâmetro dos ductos deferentes na região mediana do ducto e próximo da cloaca. Fêmeas apresentaram CRC e massa maior que machos, e machos apresentaram CC maior que fêmeas. Um maior tamanho corporal das fêmeas pode significar incremento no tamanho da ninhada. Machos possuem caudas maiores provavelmente para alojar o hemipênis e musculatura associada. *L. beui* possui ciclo reprodutivo sazonal, com vitelogênese secundária na primavera. O volume dos testículos não apresentou variação sazonal. Há uma dissociação entre o diâmetro dos ductos deferentes na região mediana e a época de vitelogênese secundária nas fêmeas, indicando possível estocagem de esperma nos machos.

**Palavras chave:** *Liotyphlops beui*, Anomalepididae, ciclo reprodutivo, Scolecophidia, dimorfismo sexual.

## Introdução

A infraordem Scolecophidia é composta por três famílias de pequenas serpentes fossoriais, Leptotyphlopidae, Typhlopidae e Anomalepididae (SHINE & WEBB, 1990; GREENE, 1997), restritas as áreas tropicais.

A família Anomalepididae ocorre na região Neotropical e conta com 17 espécies distribuídas em quatro gêneros (*Anomalepis*, *Helminthophis*, *Liotyphlops* e *Typhlophis*) (WALLACH, 1998). Pouco se conhece sobre a biologia reprodutiva desta família. A escassez de informações deve-se provavelmente ao pequeno tamanho destas serpentes e por serem raras em coleções herpetológicas devido ao seu hábito fossorial. (WALLACH, 1998). *Liotyphlops beui* constitui uma exceção, sendo abundante na área urbana da cidade de São Paulo e relativamente bem representada na coleção herpetológica do Instituto Butantan (IB).

Dados sobre dimorfismo sexual no tamanho corporal podem auxiliar a compreender as relações entre morfologia e os diversos aspectos da história natural de uma espécie. Fêmeas podem ser maiores que os machos e isto pode estar relacionado com o tamanho da ninhada produzida por esta espécie. Fêmeas com maior massa e comprimento podem produzir ovos ou filhotes maiores ou mais numerosos. Nos estudos realizados com Scolecophidia, as fêmeas são maiores que os machos (SHINE & WEBB, 1990; WEBB *ET AL.*, 2000). Em serpentes a cauda normalmente é maior em machos provavelmente devido ao hemipênis e músculos retratores estarem alojados na cauda (CLARK, 1966; KING, 1989).

De modo geral, as atividades relacionadas à reprodução aumentam as chances de machos e fêmeas serem predados (PLUMMER, 1997), além de torná-los mais susceptíveis a doenças transmitidas durante a cópula ou devido ao stress fisiológico (SHINE, 2003). Para as fêmeas, há ainda grande gasto energético em função do investimento alocado para a ninhada e manutenção da temperatura corporal durante a gestação (SHINE, 2003).

Para espécies tropicais, os ciclos reprodutivos podem ser sazonais ou não sazonais (FITCH, 1982; SEIGEL & FORD, 1987). Ciclos reprodutivos sazonais podem estar relacionados a melhores épocas para termorregulação, incubação dos ovos, disponibilidade de alimento para os filhotes (MARQUES, 1996), ou ser conservativa em certas linhagens (VITT & VANGILDER, 1983; VITT, 1992).

Em algumas serpentes, machos produzem esperma pouco antes da cópula e esta ocorre logo após a ovulação (SHINE, 2003). No entanto, a estocagem de esperma tanto em machos quanto em fêmeas é parte essencial do ciclo reprodutivo de algumas espécies (ALMEIDA-SANTOS & SALOMÃO, 1997) e conferem flexibilidade reprodutiva (SHINE, 2003). Para serpentes Scolecophidia, há um estudo que mostra estocagem de esperma no epidídimo em *Ramphotyphlops nigrescens* (SHEA, 2001), no entanto poucos trabalhos foram realizados sobre o ciclo reprodutivo em machos.

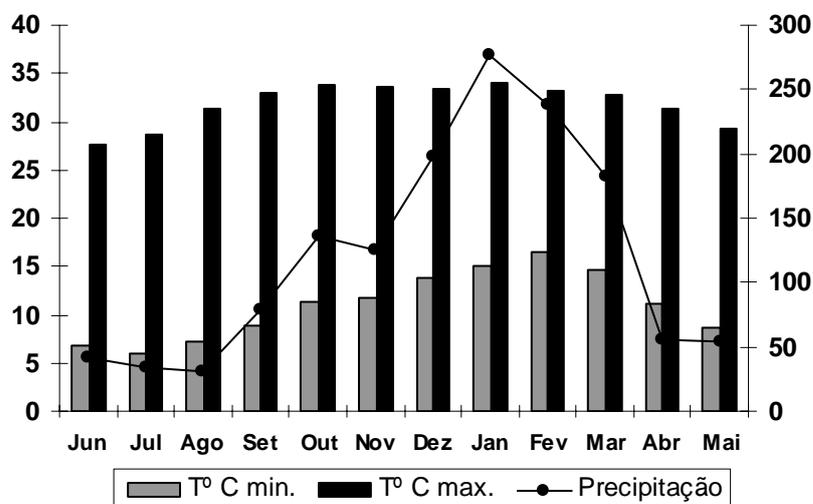
Este trabalho procura descrever o ciclo reprodutivo e verificar se há dimorfismo sexual de *L. beui*.

### **Materiais e métodos**

Dados sobre reprodução e dimorfismo sexual foram obtidos de exemplares da cidade de São Paulo (23° 32' 51" S 46° 38' 10" W), preservados na coleção de serpentes do Laboratório de Herpetologia do IB, SP.

A cidade de São Paulo é uma área urbana localizada no sudeste do Brasil. A cobertura vegetal hoje existente no município é constituída basicamente por fragmentos da vegetação natural secundária, parques e praças municipais, escassa arborização viária e por conjuntos ou espécimes isolados de árvores em terrenos particulares (ver PREFEITURA DO MUNICÍPIO DE SÃO PAULO, 2002). O clima desta região é Tropical Úmido (NIMER, 1989; PREFEITURA DO MUNICÍPIO DE SÃO PAULO, 2002) sendo bem caracterizado por

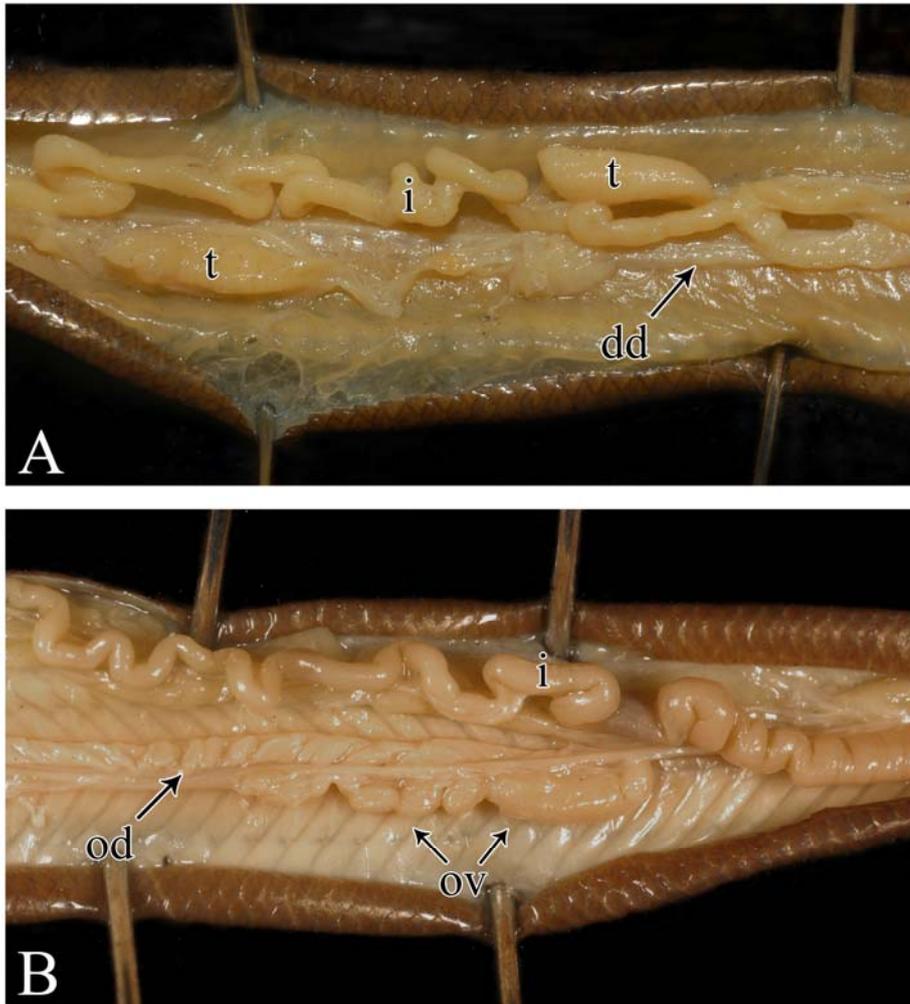
duas estações: uma seca que ocorre entre os meses de abril e setembro e uma estação chuvosa entre os meses de outubro a março (Figura 1).



**Figura 1.** Variação da temperatura e precipitação total na cidade de São Paulo (1994 – 2003). Estes dados foram obtidos do Instituto de Astronomia e Geociências da Universidade de São Paulo.

Foram examinados 134 espécimes da Coleção Herpetológica do IB (São Paulo, Brasil). Cada espécime foi dissecado por meio de uma incisão ventral e foram obtidos os seguintes dados: (1) comprimento rostro-cloacal (CRC; mm); (2) comprimento da cauda (CC; mm); (3) massa corporal (0,1g); (4) sexo; (5) diâmetro do maior folículo ovariano (0,01 mm) (SHINE, 1977b); (6) comprimento, largura e espessura dos testículos (0,01mm) para o cálculo do volume testicular ( $VT=4/3.\pi.a/2.b/2.c/2$ , onde a=comprimento; b=largura; c=espessura - ver MAYHEW, 1963); (7) soma total dos diâmetros dos ductos deferentes direito e esquerdo próximos à cloaca e entre os testículos e a cloaca (região medial), (Figuras 2 A, B). Para obtenção desses dados foi usado estereomicroscópio com aumento de cinco vezes (Nikon SMZ645).

A atividade de machos e fêmeas foi inferida a partir do número de exemplares machos e fêmeas tombados na Coleção Herpetológica do IB no período de 2003 a 2007 (cf. MARQUES *ET AL.*, 2001).



**FIGURA 2** – Anatomia do aparelho reprodutor de *L. beui*. A: Macho – evidenciando os testículos (t) e ducto deferente (dd); Fêmea – evidenciando o ovário (ov) e o oviduto (od). i, intestino.

### **Dimorfismo sexual**

Fêmeas foram consideradas maduras quando o diâmetro dos folículos ovarianos era superior a 2mm e machos foram considerados maduros quando os ductos deferentes estavam enovelados (SHINE, 1977a,b).

A existência de dimorfismo sexual em *L. beui* quanto ao CRC foi testado usando teste-t Student's dimorfismo para massa foi testado por análise de covariância (ANCOVA)

usando o comprimento total ( $TL=CRC+CC$ ) como covariada e comprimento da cauda foi testado por análise de covariância (ANCOVA) usando o CRC como covariada (ZAR, 1996). O índice de dimorfismo sexual (sexual size dimorphism - SSD) foi utilizado de acordo com SHINE (1994), dividindo a média do CRC de fêmeas pela média do CRC de machos e subtraindo 1 do resultado dessa divisão. Valores acima de zero indicam fêmeas maiores que machos e valores menores que zero indicam machos maiores que fêmeas.

Para construção dos gráficos foram usados o logaritmo da massa na base 10 e tamanho relativo da cauda. Para os valores do tamanho relativo da cauda foram obtidos os resíduos por meio da regressão linear entre esta variável e o CRC.

### **Ciclo reprodutivo**

Como o tamanho dos testículos e o diâmetro dos ductos estão relacionados ao tamanho do corpo, foram usados os resíduos obtidos por regressão linear entre estas variáveis e o CRC para caracterizar o ciclo reprodutivo de machos maduros ao longo do ano. Esses resíduos serão tratados neste trabalho como volume relativo dos testículos e diâmetro relativo dos ductos deferentes. Para o ciclo reprodutivo de fêmeas maduras foi analisado a distribuição dos folículos maiores ao longo do ano

Para as análises da distribuição dos folículos, volume relativo dos testículos e diâmetro relativo dos ductos deferentes, o ano foi dividido em seis períodos: início da estação chuvosa (outubro e novembro), plena estação chuvosa (dezembro e janeiro), fim da estação chuvosa (fevereiro e março), início da estação seca (abril e maio), plena estação seca (junho e julho) e fim da estação seca (agosto e setembro). Dessa forma foi possível analisar o ciclo reprodutivo em períodos mais restritos, além de considerar os períodos de transição entre as estação seca e chuvosa. Foram usados análises de covariância (ANCOVA) usando o CRC como covariada para eliminar os efeitos do tamanho do corpo sobre estas variáveis. Todas as análises foram feitas usando programa

computacional (Statsoft cinco e seis) e diferenças foram consideradas significativas quando  $p < 0,05$ .

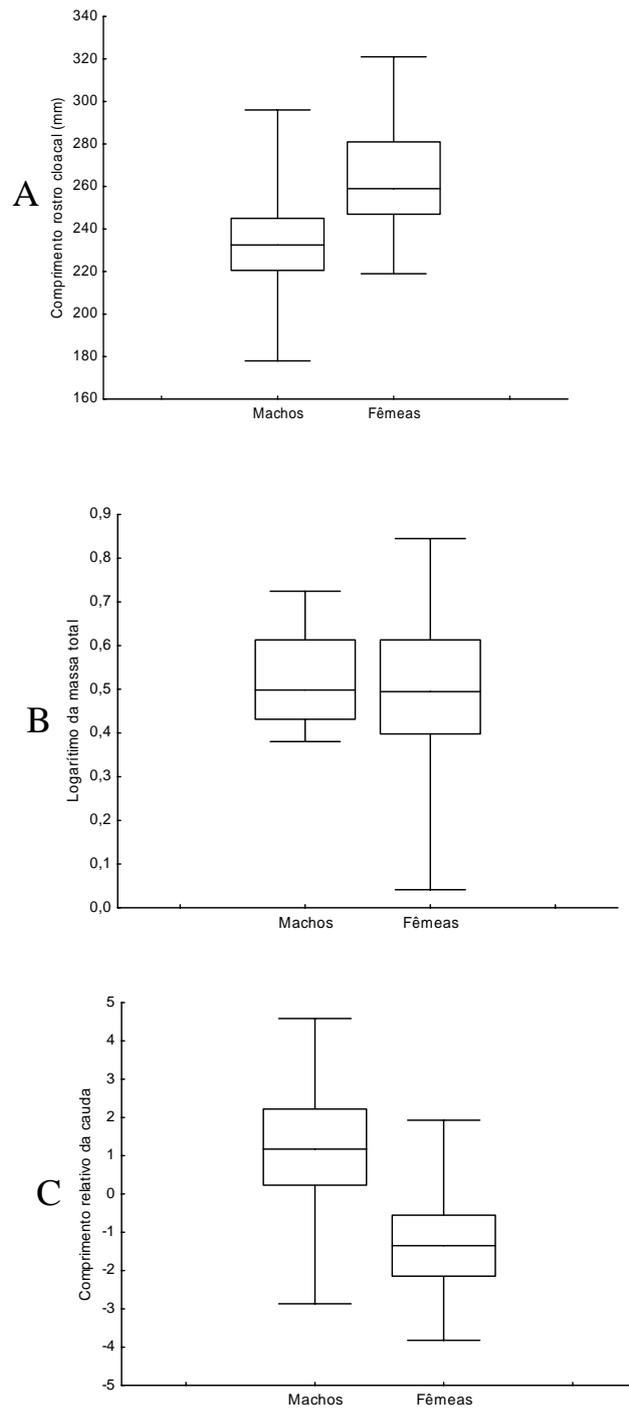
## **Resultados**

### **Dimorfismo sexual**

Fêmeas maduras apresentaram CRC em torno de  $266 \pm 27,29$  mm (amplitude 219 - 321 mm,  $n = 58$ ) e machos em torno de  $234 \pm 20,85$  mm; (amplitude 178 - 296 mm,  $n = 68$ ). Fêmeas foram significativamente maiores que machos ( $t = -6,60$ ,  $p < 0,05$ , Figura 3A). No entanto, machos e fêmeas não apresentaram diferenças significativas quanto a massa (machos,  $\bar{x} = 2,64$ ,  $\pm 1,05$ g, amplitude 0,5 – 5,3g, fêmeas,  $\bar{x} = 3,35$ g,  $\pm 1,23$ , amplitude 1 – 6,4g,  $F = 0,27$ ,  $p > 0,05$ , Figura 3B).

O índice de dimorfismo sexual (SSD) foi de 0,12, indicando que fêmeas são maiores do que machos.

Machos apresentaram tamanho relativo de cauda maior do que as fêmeas ( $F = 159,58$ ,  $p < 0,05$ ; Figura 3C).



**Figura 3.** Dimorfismo sexual entre machos e fêmeas. Comprimento rostro-cloacal, mm (A); massa relativa do corpo (B) e comprimento relativo da cauda (C). Linha horizontal dentro da caixa = média, limite da caixa = 25% - 75% dos dados, linhas verticais = valores máximos e mínimos.

## **Ciclo reprodutivo**

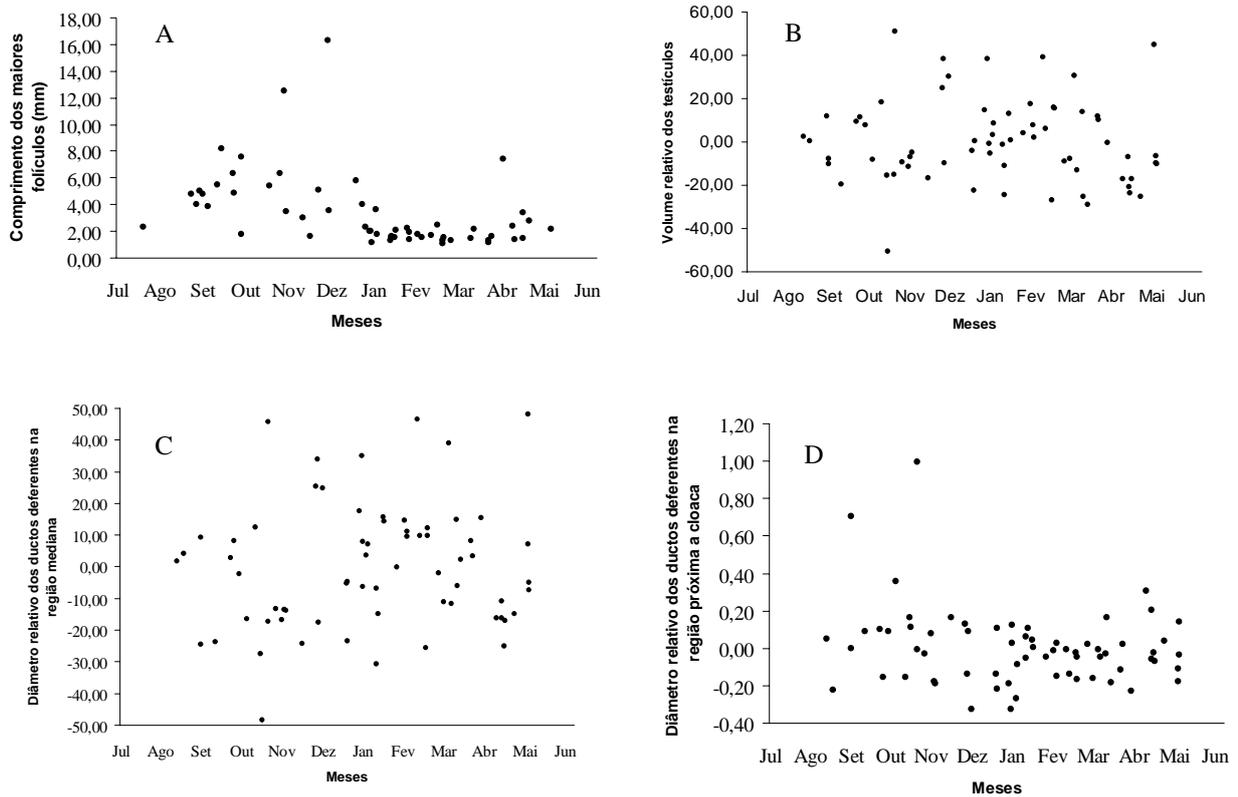
Fêmeas apresentaram ciclo reprodutivo sazonal. Houve aumento significativo no comprimento dos folículos entre o início da estação chuvosa (outubro e novembro) e plena estação chuvosa (dezembro e janeiro); ( $F = 4,34$ ,  $p < 0,05$ ) e entre o fim da estação chuvosa (fevereiro e março) e o início da estação seca (abril e março); ( $F = 4,94$ ,  $p < 0,05$  Figura 4A). O tamanho dos folículos vitelogênicos não apresentou correlação com o CRC nas fêmeas.

Cerca de 60% das fêmeas apresentaram folículos maiores no ovário direito, porém esta diferença não foi significativa ( $X^2 = 3,4$ ,  $p > 0,05$ ). O ovário direito também apresentou um maior número de folículos em média que o esquerdo (ovário direito,  $\bar{X} = 7,98$ , amplitude 2 - 21, ovário esquerdo,  $\bar{X} = 6,80$ , amplitude 0 - 16,  $X^2 = 0,094$ ,  $p > 0,05$ ).

O volume dos testículos não apresentou correlação com o CRC e também não variou ao longo do ano (Figura 4B).

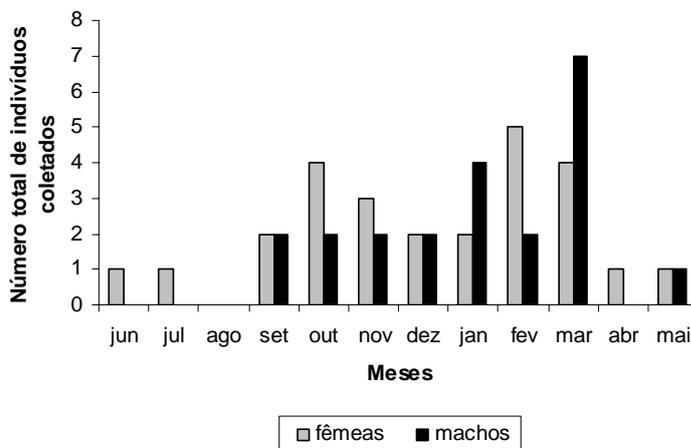
Os ductos deferentes na região mediana não estiveram correlacionados com o CRC mas apresentaram diferenças significativas entre o início da estação chuvosa (outubro e novembro) e plena estação chuvosa (dezembro e janeiro); ( $F = 6,14$ ,  $p < 0,05$ . Figura 4C).

O diâmetro dos ductos deferentes próximo a cloaca apresentaram diferenças entre início da estação chuvosa (outubro e novembro) e plena estação chuvosa (dezembro e janeiro); ( $F = 4,28$ ,  $p < 0,05$ . Figura 4D) e não estiveram correlacionados com o CRC.



**Figura 4.** Variação sazonal no diâmetro do maior folículo ovariano (A), volume relativo dos testículos (B), diâmetro relativo dos ductos deferentes na região mediana (C) e diâmetro relativo dos ductos deferentes próximo a cloaca de machos e fêmeas maduros de *L. beui* provenientes de São Paulo, SP.

Com relação à atividade, fêmeas foram mais ativas nos meses de outubro, novembro, fevereiro e março e machos foram mais ativos em janeiro e março (Figura 5).



**Figura 5.** Número de adultos machos e fêmeas de *L. beui* coletados entre 2003-2007. Estes dados foram obtidos da coleção de serpentes Instituto Butantan.

## Discussão

### Dimorfismo sexual

Assim como para outros *Scolecophidia*, fêmeas de *L. beui* foram significativamente maiores que machos (WEBB *ET AL.*, 2000, 2001) e isso pode significar uma vantagem se fêmeas maiores produzirem mais ovos (BULL & SHINE, 1979; SHINE, 1994). Além disso, nas espécies onde não há combate ritualizado entre machos é comum que as fêmeas sejam maiores (SHINE & WEBB, 1990; SHINE, 1994, 2003). O índice de dimorfismo sexual para *L. beui* (SSD = 0,12) foi semelhante ao apresentado em outros *Scolecophidia* (WEBB & SHINE, 1990; WEBB *ET AL.*, 2001). SHINE E WEBB (1990) encontraram em média SSD = 0,13 para 15 espécies de *Ramphotyphlops*, sendo que as espécies maiores apresentaram maior SSD. No entanto, o SSD não esteve correlacionado com o tamanho da ninhada (WEBB & SHINE, 1990; WEBB *ET AL.*, 2001).

Machos apresentaram caudas maiores que fêmeas. Essa condição é encontrada na maioria das serpentes devido ao hemipênis e músculos retratores estarem alojados na cauda (CLARK, 1966; KING, 1989).

Machos e fêmeas apresentaram robustez semelhante, provavelmente por serem fossoriais. Estudo feito com *Amphisbaena*, outro Squamata fossorial, demonstrou que a energia gasta na escavação de túneis é maior quanto mais robusto for o animal (NAVAS ET AL., 2004).

### **Ciclo reprodutivo**

Assim como em outros Scolecophidia estudados, as fêmeas de *L. beui* apresentaram vitelogênese secundária no fim da estação seca até a plena estação chuvosa, de setembro a janeiro (SHINE & WEBB, 1990; WEBB ET AL., 2000, 2001; AVILA ET AL., 2006). A ausência de fêmea com ovos nos ovidutos na amostra pode significar que as mesmas saiam pouco à superfície e dificilmente são coletadas.

O ovário direito apresentou em média 1,2 folículos a mais que o ovário esquerdo. Os maiores folículos também foram encontrados com maior frequência no ovário direito. Dados semelhantes foram observados para o gênero *Tantilla* que possui perda do oviduto esquerdo (ver MARQUES & PUERTO, 1998). Embora estas diferenças não sejam significativas e considerando que a maioria dos Scolecophidia possui perda do oviduto esquerdo (WALLACH, 1998), aparentemente como consequência da redução do diâmetro corporal devido à fossorialidade, é provável que o oviduto esquerdo de *L. beui* abrigue menos ovos que o direito.

Em *Typhlops brongersmianus* ocorre aumento do tamanho dos testículos entre os meses de agosto e setembro (fim da estação seca); (AVILA ET AL., 2006). Em *Ramphityphlops* spp. há aumento testicular tanto no inverno quanto no verão e espermatozoides nos ductos eferentes em ambas as estações, indicando possível cópula

nestes períodos (WEBB *ET AL.*, 2001). Porém, são poucos os estudos que caracterizam o ciclo reprodutivo de machos de *Scolecophidia*. O volume testicular em *L. beui* não apresentou diferenças ao longo do ano, nem esteve correlacionado com o CRC. É possível que a produção de espermatozóides não seja sazonal, o que justificaria não encontramos variações no volumes do testículo ao longo do ano em *L. beui*. No entanto, de acordo com SHEA (2001), não há evidências de que testículos aumentados estejam diretamente associados com produção de esperma na espécie *Ramphotyphlops nigrescens*.

Ocorreu aumento dos ductos deferentes na região mediana entre o início da estação chuvosa e plena estação chuvosa (outubro a janeiro). Os ductos permaneceram aumentados até maio, ao passo que os ductos deferentes próximos a cloaca diminuíram seu diâmetro entre novembro e maio e aumentaram entre setembro e outubro. Se considerarmos que a cópula ocorre entre setembro e outubro (quando tanto os folículos quanto os ductos deferentes próximo a cloaca estão aumentados), então os testículos devem estar produzindo espermatozóides ao longo do ano e estocando nos ductos deferentes na região mediana entre os meses de outubro e maio. Os espermatozóides, então migram para próximo da cloaca durante o período de cópula (setembro e outubro). A diminuição do diâmetro nos ductos deferentes na região mediana entre agosto e outubro (Figura 4C) deve refletir, portanto a migração dos espermatozóides pelo ducto deferente. Em *Ramphotyphlops nigrescens*, espermatozóides foram encontrados nos túbulos seminíferos durante quase todo ano, exceto em dezembro e janeiro, enquanto que no epidídimo, espermatozóides foram presentes entre março e outubro, indicando que há estocagem no epidídimo e provavelmente nos túbulos seminíferos ao longo do ano, com cópula em novembro (SHINE & WEBB, 1990; SHEA, 2001). Um estudo histológico poderá fornecer mais informações sobre estocagem de esperma em machos de *L. beui*.

Embora o número de indivíduos analisados para atividade de machos e fêmeas seja pequeno (26 fêmeas e 22 machos, Figura 5) ele representa o mesmo padrão de atividade observado ao longo de 10 anos se somarmos machos e fêmeas (ver Cap. I).

Considerando o ciclo reprodutivo observado neste estudo, a atividade de machos e fêmeas parece ser em grande parte influenciada por necessidade energética e de termorregulação envolvidos na reprodução. Fêmeas foram mais ativas nos meses de outubro e novembro, período em que seus folículos estão em vitelogênese secundária. É provável que isto reflita a necessidade de procurar suprimento alimentar (principalmente no mês de setembro (ver cap. II) e locais para termorregulação. Fêmeas também foram muito ativas em janeiro e fevereiro, período em que um grande número de fêmeas foi encontrada com alimento em seus tratos digestórios (ver Cap. II) e período provavelmente próximo a postura de ovos, indicando uma possível necessidade de reposição energética para enfrentar a estação seca.

Machos foram mais ativos em janeiro e março, logo após o início da produção de espermatozoides (Figura 4B). Além disso, um grande número de machos com conteúdo alimentar foi encontrado no mês de janeiro, indicando que os custos com a produção de espermatozoides influencia na procura por alimento e provavelmente, na procura por locais para termorregulação

## REFERÊNCIAS

- ALMEIDA-SANTOS, S. M. & SALOMÃO, M. G. 1997. Long term sperm storage in the female neotropical rattlesnake *Crotalus durissus terrificus* (Viperidae: Crotalidae). *Japanese Journal of Herpetology* 17: 46-52.
- AVILA, R. W., FERREIRA, V.; SOUZA, V. B. 2006. Biology of the Blindsnake *Typhlops brongersmianus* (Typhlopidae) in a semideciduous forest from central Brazil. *Herpetological Journal* 16: 403-405.
- BULL, J. J. & SHINE, R. 1979. Iteroparous animals that skip opportunities for reproduction. *American Naturalist* 114: 296-316.
- CLARK, D. 1966. Notes on sexual dimorphism in tail-length in american snakes. *Transactions of the Kansas Academy of Science* 69: 226-232.
- FITCH, H. S. 1982. Reproductive cycles in tropical reptiles. *Museum of Natural History. University of Kansas* 96: 1-53.
- GREENE, H. W. 1997. Snakes: The evolution of mystery in nature. 351p. University of California Press, Berkley, L.A. and London.
- INSTITUTO DE ASTRONOMIA, GEOFÍSICA E CIÊNCIAS ATMOSFÉRICAS (IAG). Universidade de São Paulo. Departamento de Ciências Atmosféricas. Seção Técnica de Serviços Meteorológicos.
- KING, R. 1989. Sexual dimorphism in snake tail length: sexual selection or morphological constraint? *Biological Journal of the Linnean Society* 38: 133-154.
- MARQUES, O. A. V. 1996. Reproduction, seasonal activity and growth of the coral snake, *Micrurus corallinus* (Elapidae), in the southeastern Atlantic Forest in Brazil. *Amphibia-Reptilia* 17: 277-285.
- MARQUES, O. A. V. ETEROVIC, A., ENDO, W. 2001. Seasonal activity of snakes in the Atlantic forest in southeastern Brazil. *Amphibia-Reptilia* 20: 103-111.

- MARQUES, O. A. V. & PUERTO, G. 1998. Feeding, reproduction and growth on the crowned snake *Tantilla melanocephala* (Colubridae), from southeastern Brazil. *Amphibia-Reptilia* 19: 311-318.
- MAYHEW, W. W. 1963. Reproduction in the Graniti Spiny lizard. *Copeia* 1963: 144-152.
- NAVAS, C. A., ANTONIAZZI, M. M., CARVALHO, J. E., CAHUI-BERLINK, J. G., JAMES, R. S., JARED, C., KOHLSDORF, T., PAI-SILVA, M. D., WILSON, R. S. 2004. Morphological and physiological specialization for digging in amphisbaenians, an ancient lineage of fossorial vertebrates. *The Journal of Experimental Biology* 207: 2433-2441
- NIMER, E. 1989. Climatologia do Brasil. 421p. Rio de Janeiro, RJ: Fundação Instituto Brasileiro de Geografia e Estatística-IBGE.
- PLUMMER, M. V. 1997. Speed and endurance of gravid and nongravid green snakes, *Ophiodytes aethivus*. *Copeia* 1997: 191-194.
- PREFEITURA DO MUNICÍPIO DE SÃO PAULO. 2002. Atlas Ambiental do Município de São Paulo. Fase I: Diagnóstico e bases para a definição de políticas públicas para as áreas verdes no Município de São Paulo. *PMSP* 1: 1-198.
- SEIGEL, R. & FORD, N. 1987. Reproductive ecology. *In: Snakes Ecology and Evolutionary Biology*. Pp. 210-252. R.A. Seigel, J.T. Collins, S. Novak (eds). Mac Millan Publishing Company, New York.
- SHEA, G. M. 2001. Spermatogenic cycle, sperm storage and sertoli cell size in a Scolecophidian (*Ramphotyphlops nigrescens*) from Australia. *Journal of Herpetology* 35: 85-91.
- SHINE, R. 1977a. Reproduction in Australian elapid snakes I: Testicular cycles and matting seasons. *Australian Journal Zoology* 25: 655-666.
- SHINE, R. 1977b. Reproduction in Australian elapid snakes II: Female reproductive cycles. *Australian Journal Zoology* 25: 647-653.
- SHINE, R. 1994. Sexual size dimorphism in snake revisited. *Copeia* 326-346.

- SHINE, R. 2003. Reproductive strategies in snakes. *Proceedings of the Royal Society London Series B*270: 995-1004.
- SHINE, R. & WEBB, J.K. 1990. Natural history of Australian Typhlopidae snakes. *Journal of Herpetology* 24: 357-363.
- VITT, L. 1992. Diversity of reproductive strategies among Brazilian lizards and snakes: the significance of lineage and adaptation. Pp. 135-149. *In*: W.C. Hamlett (ed.). *Reproductive Biology of South American Vertebrates*. Springer-Verlag. New York.
- VITT, L. J. & VANGILDER, L. D. 1983. Ecology of snake community in northeastern in Brazil. *Amphibia-Reptilia* 4: 273-296.
- WALLACH, V. 1998. The visceral anatomy of blindsnakes and wormsnakes and its systematic implications (Serpentes: Anomalepididae, Typhlopidae, Leptotyphlopidae). Dissertation. Boston, Massachusetts.
- WEBB, J. K., SHINE, R., BRANCH, W. R., HARLOWS, P. S. 2000. Life-history strategies in basal snakes: reproduction and dietary habits of the African thread snake *Leptotyphlops scutifrons* (Serpentes: Leptotyphlopidae). *Journal of Zoology* 250: 321-327.
- WEBB, J. K., BRANCH, W. R., SHINE, R. 2001. Dietary habits and reproductive biology of *Typhlops* snakes from Southern Africa. *Journal of Herpetology* 35: 558-567.
- ZAR, J. R. 1999. *Biostatistical analysis*. New Jersey: Prentice-Hall Inc.

## Conclusões

- *Liotyphlops beui* apresentou atividade sazonal, com maior abundância durante a estação chuvosa (outubro - março). O decréscimo da atividade de *L. beui* durante a estação seca foi mais pronunciado do que em outras espécies de serpentes do sudeste do Brasil;

- A atividade sazonal foi diferente entre machos e fêmeas. Fêmeas foram mais ativas nos meses de outubro, novembro, fevereiro e março e machos foram mais ativos em janeiro e março.

- Dos fatores analisados, a temperatura mínima parece ser a que mais influencia a atividade de *L. beui*.

- *L. beui* é uma serpente noturna, com atividade nas primeiras horas da noite. Os fatores que melhor respondem este padrão parece ser a temperatura e a intensidade luminosa;

- A análise dos conteúdos alimentares mostrou que *L. beui* é especialista em imaturos de formiga, principalmente formigas do gênero *Solenopsis*;

- *L. beui* alimenta-se de larvas geralmente maiores que a largura de sua boca;

- Fêmeas parecem se alimentar de presas maiores e em quantidades maiores quando comparadas com machos de mesmo tamanho;

- Fêmeas foram significativamente maiores que machos. Fêmeas maduras tinham comprimento mínimo de 219 mm enquanto o comprimento mínimo para machos foi de 178 mm;

- Machos e fêmeas não apresentaram diferenças significativas quanto a massa relativa do corpo;

- Em fêmeas a vitelogênese secundária ocorreu entre o início da estação chuvosa (outubro e novembro) e plena estação chuvosa (dezembro e janeiro) e o ovário direito geralmente apresentou folículos maiores e em maior número em relação ao esquerdo;

- O volume dos testículos não variou ao longo do ano. O aumento do ducto deferente próximo à cloaca coincide com a época de vitelogênese em fêmeas, indicando que a cópula ocorre no início da estação chuvosa. A variação no diâmetro da região mediana do ducto deferente observada ao longo do ano indica possível estocagem de esperma nesta região.

# Livros Grátis

( <http://www.livrosgratis.com.br> )

Milhares de Livros para Download:

[Baixar livros de Administração](#)

[Baixar livros de Agronomia](#)

[Baixar livros de Arquitetura](#)

[Baixar livros de Artes](#)

[Baixar livros de Astronomia](#)

[Baixar livros de Biologia Geral](#)

[Baixar livros de Ciência da Computação](#)

[Baixar livros de Ciência da Informação](#)

[Baixar livros de Ciência Política](#)

[Baixar livros de Ciências da Saúde](#)

[Baixar livros de Comunicação](#)

[Baixar livros do Conselho Nacional de Educação - CNE](#)

[Baixar livros de Defesa civil](#)

[Baixar livros de Direito](#)

[Baixar livros de Direitos humanos](#)

[Baixar livros de Economia](#)

[Baixar livros de Economia Doméstica](#)

[Baixar livros de Educação](#)

[Baixar livros de Educação - Trânsito](#)

[Baixar livros de Educação Física](#)

[Baixar livros de Engenharia Aeroespacial](#)

[Baixar livros de Farmácia](#)

[Baixar livros de Filosofia](#)

[Baixar livros de Física](#)

[Baixar livros de Geociências](#)

[Baixar livros de Geografia](#)

[Baixar livros de História](#)

[Baixar livros de Línguas](#)

[Baixar livros de Literatura](#)  
[Baixar livros de Literatura de Cordel](#)  
[Baixar livros de Literatura Infantil](#)  
[Baixar livros de Matemática](#)  
[Baixar livros de Medicina](#)  
[Baixar livros de Medicina Veterinária](#)  
[Baixar livros de Meio Ambiente](#)  
[Baixar livros de Meteorologia](#)  
[Baixar Monografias e TCC](#)  
[Baixar livros Multidisciplinar](#)  
[Baixar livros de Música](#)  
[Baixar livros de Psicologia](#)  
[Baixar livros de Química](#)  
[Baixar livros de Saúde Coletiva](#)  
[Baixar livros de Serviço Social](#)  
[Baixar livros de Sociologia](#)  
[Baixar livros de Teologia](#)  
[Baixar livros de Trabalho](#)  
[Baixar livros de Turismo](#)