

GUILHERME ZANIOLO KARAM

**FRAGMENTAÇÃO DE CAUDA EM SERPENTES (COLUBRINI):
AUTOTOMIA OU AUTOMUTILAÇÃO?**

Monografia apresentada à disciplina Estágio em Zoologia, como requisito parcial à obtenção do grau de Bacharel em Ciências Biológicas, Setor de Ciências Biológicas, Universidade Federal do Paraná

Orientador: Prof. Emygdio L. A. Monteiro-Filho

Co-orientador: Júlio César de Moura-Leite

**CURITIBA
2001**

AGRADECIMENTOS

Ao Prof. Dr. Emygdio Leite de Araújo Monteiro Filho, pela orientação neste trabalho e por seus comentários sempre esclarecedores.

Ao também orientador Júlio César de Moura-Leite, pela idéia deste trabalho, bem como seu direcionamento.

Ao Prof. Rogério Ribas Lange (Hospital Veterinário da UFPR), por possibilitar a realização das radiografias e a Marcos Vinícius Tranquilim pela sua persistência e disposição em conseguir radiografias cada vez melhores.

Ao Reginaldo E. Machado, pela ajuda na realização das fotografias e pelo seu bom humor constante.

À Rebeca Daminelli, pela ajuda na digitalização das imagens, por salvar as radiografias presas atrás de um móvel embutido e por sempre estar presente nos momentos difíceis, fazendo com que parecessem simples.

Aos meus pais Ricardo e Irene, pela oportunidade de estudar e de ser livre em minhas escolhas, além do ótimo exemplo de vida.

SUMÁRIO

SUMÁRIO	iii
RESUMO	iv
1 INTRODUÇÃO	1
2 MATERIAL E MÉTODOS	4
2.1 A tribo Colubrini	4
2.2 AS ESPÉCIES ANALISADAS	4
2.2.1 <i>Chironius bicarinatus</i>	4
2.2.2 <i>Mastigodryas bifossatus</i>	4
2.2.3 <i>Spilotes pullatus</i>	5
2.3 Procedimento	5
3 RESULTADOS	6
3.1 Escamas subcaudais	6
3.2 Comprimento rostro-anal	7
3.3 Local de fragmentação (porcentagem em cada terço)	8
3.4 Diafanização e Radiografias	9
4 DISCUSSÃO E CONCLUSÃO	10
5 REFERÊNCIAS BIBLIOGRÁFICAS	12
6 ANEXOS	14

RESUMO

O presente trabalho teve como objetivo analisar a fragmentação de cauda em representantes de três espécies de serpentes da tribo Colubriini. Para tal, foram analisados 197 indivíduos, sendo 81 indivíduos pertencentes à espécie *Chironius bicarinatus*, 67 à espécie *Mastigodryas bifossatus* e 49 à espécie *Spilotes pullatus*. Os indivíduos analisados tiveram as escamas subcaudais contadas, o sexo determinado e o comprimento rostro-anal e da cauda medidos. Também foram realizadas radiografias da cauda de três indivíduos de cada espécie para que sua morfologia interna pudesse ser melhor compreendida. Indivíduos com cauda fragmentada foram encontrados em todas as espécies, estando a maior frequência de fragmentação de cauda em relação ao total de indivíduos analisados em cada espécie presente em *Mastigodryas bifossatus* (28,3%), seguida por *Chironius bicarinatus* (23,5%) e *Spilotes pullatus* (16,3%). Nas três espécies, a fragmentação da cauda não está relacionada com o sexo do indivíduo e o local de fragmentação mostrou-se variável. A análise das radiografias demonstrou que a fragmentação da cauda ocorre intravertebralmente nas três espécies, indo de encontro ao proposto para as serpentes por Mendelson (1992) e Savage & Crother (1989), na qual a ruptura seria intervertebral, sugerindo tratar-se de autotomia, já que o termo “quebra de cauda”, segundo Mendelson (1992), deve estar relacionado apenas com a fragmentação intervertebral.

1. INTRODUÇÃO

A autotomia (auto-amputação) de apêndices é um mecanismo comumente utilizado para a fuga de predadores tanto em vertebrados quanto em invertebrados, aumentando sua probabilidade individual de sobreviver a um ataque. A cauda é o único apêndice conhecido autotomizado por vertebrados e a capacidade para a autotomia caudal está desenvolvida em algum grau entre salamandras, tuatara, lagartos e em poucas espécies de anfisbênias, serpentes e roedores (Arnold, 1988). Na maioria dos casos, a autotomia é seguida pela regeneração de uma nova cauda.

A autotomia caudal dos Squamata ocorre tanto em planos especiais de fratura, encontrados em quase todas as vértebras caudais (exceto da quarta à nona vértebras mais anteriores) como entre as vértebras. Parece ser um processo ativo que requer a contração dos músculos da cauda, flexionando-a fortemente para o lado e iniciando separação. O centro vertebral se rompe e os processos dos músculos caudais se separam. Os esfíncteres musculares arteriais se contraem e as válvulas venosas se fecham, evitando a perda de sangue. Uma cauda autotomizada agita-se rapidamente, por vários minutos e esse violento estremecimento pode distrair a atenção do predador enquanto o indivíduo autotomizado se põe em segurança. Obviamente, uma cauda autotomizada não recebe fluxo sanguíneo e sua atividade muscular é sustentada por metabolismo anaeróbico. A capacidade metabólica anaeróbica dos músculos da cauda dos lagartos parece ser substancialmente maior que a dos músculos dos membros (Pough *et al.*, 1999).

O ponto de autotomia é, normalmente, tão posterior na cauda quanto possível. Quando a cauda de um lagarto é segura por uma pinça, a autotomia geralmente ocorre no plano da vértebra imediatamente anterior ao ponto onde a pinça foi presa, minimizando, assim, a porção de cauda perdida. Quando a cauda se regenera, as vértebras são substituídas por um bastão de cartilagem que não contém planos de fraturas. Conseqüentemente, a futura autotomia deve ocorrer anteriormente à porção regenerada (Pough *et al.*, 1999).

Deixar a cauda na posse de um predador é, certamente, melhor que ser devorado, mas isto não está livre de custos. A cauda funciona como sinal de “status” entre algumas espécies de lagartos e um lagarto que autotomiza uma grande porção de sua

cauda, pode cair para uma posição inferior na hierarquia de dominância. A perda da cauda também afeta o balanço energético de um lagarto; a taxa de crescimento de lagartos juvenis que autotomizaram a cauda permanece reduzida enquanto suas caudas estão sendo regeneradas. Muitos lagartos armazenam gordura na cauda e as fêmeas mobilizam essa energia quando depositam vitelo nos ovos (Pough *et al.*, 1999).

É possível que a perda da cauda em um encontro com um predador possa reduzir a probabilidade de que o indivíduo escape em um próximo encontro. Esta redução na probabilidade de fuga pode ser compensada, porém, por alterações comportamentais após a perda da cauda, que diminuem as chances de encontro com um predador (Martin & Salvador, 1992, 1993). Mesmo que as observações de encontros naturais entre os lagartos e seus predadores sejam muito raras, isto pode ser inferido através da observação de fragmentos de caudas no conteúdo estomacal de seus predadores ou por observações diretas em encontros experimentais (Vitt *et al.*, 1977).

A perda da cauda também foi descrita para salamandras, anfisbêneas e vários gêneros de serpentes americanas, tais como *Mastigodryas* (Ferreira & Outeiral, 1998) *Enulius*, *Scaphiodontophis*, *Urotheca* (Taylor & Smith, 1943), *Coluber*, *Coniophanes*, *Dendrophidion*, *Drymobius*, *Nerodia*, *Oxybelis*, *Rhadinaea* e *Thamnophis*, os quais possuem uma alta incidência de fragmentação de cauda (Mendelson, 1992). Esta fragmentação pode se dar de duas formas distintas: ruptura intravertebral, controlada pelo sistema nervoso e com posterior regeneração da cauda, ou ruptura intervertebral, sem o envolvimento do sistema nervoso e sem regeneração da cauda, ocorrendo apenas o desenvolvimento de uma capa calcificada em sua extremidade. A ocorrência da primeira forma é muito comum em lagartos (Etheridge, 1967), ao passo que a segunda é encontrada entre anfisbêneas (Gans, 1978) e serpentes (Mendelson, 1992; Savage & Crother, 1989). A fratura intravertebral aparenta ser autônoma, mas a quebra intervertebral necessita de resistência física, sendo até mesmo auto induzida em alguns gêneros de serpentes tais como *Coluber*, *Dendrophidion*, *Drymobius*, *Nerodia*, *Thamnophis* (Cooper & Alfieri, 1993) e *Mastigodryas* (Moura-Leite, comunicação pessoal) ao girarem seus corpos longitudinalmente em uma direção até partirem-se. Embora Arnold (1988) e Cooper & Alfieri (1993) tenham descrito ambas as condições (quebra intravertebral ou intervertebral da cauda) como autotomia da cauda, Mendelson

(1992) restringiu o termo apenas à fratura intravertebral, aplicando o termo "quebra de cauda" para a separação intervertebral.

Devido à quase inexistência de trabalhos que quantifiquem a fragmentação de cauda em serpentes, bem como seus locais de quebra, este trabalho tem como objetivo geral analisar a fragmentação de cauda em representantes de três espécies de serpentes da tribo Colubrini. Para tal, seus objetivos específicos são: verificar a presença de fragmentação de cauda nestas espécies e possível relação com o sexo do indivíduo, analisar suas frequências de fragmentação, descrever as áreas da cauda que sofrem fragmentação, bem como qual o tipo de fratura existente nestas espécies (intra ou intervertebral).

2. MATERIAL E MÉTODOS

Foram analisadas serpentes da Tribo Colubriini (Colubridae), pertencentes às espécies *Chironius bicarinatus* (Cobra Cipó), *Mastigodryas bifossatus* (Jararacuçu do Brejo) e *Spilotes pullatus* (Caninana), tombadas na Coleção Herpetológica do Museu de História Natural Capão da Imbuia (MHNCI). Estas espécies foram escolhidas pela sua grande representatividade na coleção do Museu, bem como pela observação prévia de indivíduos com caudas fragmentadas. Apenas indivíduos adultos foram analisados neste trabalho.

2.1 A tribo Colubriini:

A tribo Colubriini (Oppel, 1881) é um grupo muito heterogêneo de serpentes, geralmente áglifas, terrestres ou arborícolas. Habitam principalmente as regiões Holártica e Neotropical, estando presentes também na Oriental e África (Dixon *et al.*, 1993). Os três gêneros analisados neste trabalho estão entre os mais abundantes desta tribo.

2.2 As espécies analisadas:

2.2.1 *Chironius bicarinatus*:

Serpente subarborícola freqüentemente encontrada, que apresenta atividade diurna, principalmente no período da manhã (Muller, 1969). Possui uma fileira de escamas quilhadas em cada lado do dorso, dorso com tonalidade verde oliva escuro e ventre amarelado, tamanho médio a grande (Dixon, 1993), peso entre 100 e 250 gramas e cauda longa (maior que 30% do comprimento total do animal). Como estratégia de defesa, pode achatar-se lateralmente inflando a parte anterior do corpo, escancarando a boca e exibindo a mucosa bucal. Desfere botes e também realiza descarga cloacal (Marques *et al.*, 2001).

2.2.2 *Mastigodryas bifossatus*:

Por pertencer a um dos gêneros de Colubriini descritos mais recentemente (Amaral, 1935), poucas são as publicações sobre esta serpente terrícola de atividade diurna raramente encontrada. Apresenta comprimento maior que um metro, peso maior que 250 gramas e cauda de médio porte (entre 15% e 30% do comprimento total do

animal). Como estratégia de defesa, vibra a extremidade da cauda em movimentos rápidos e repetidos, podendo desferir botes (Marques *et al.*, 2001).

2.2.3 *Spilotes pullatus*:

Apresenta atividade diurna, comprimento maior que um metro, peso maior que 250 gramas, cauda média (entre 15% e 30% do comprimento total do animal), sendo conhecida por sua vistosa exibição defensiva (Marques *et al.*, 2001). Quando acuada ou molestada, eleva a parte superior do corpo, infla e expande o pescoço e desfere botes. A coloração amarela é realçada na região gular, possivelmente acentuando o efeito intimidatório. No decorrer dessa exibição de advertência, bate rapidamente com a cauda contra o substrato, produzindo ruído característico. Capturada, a caninana pode morder vigorosamente e fazer uso da substância fétida das glândulas pós-cloacais (Sazima *et al.* 1992).

2.3 Procedimento:

Os espécimes utilizados neste estudo foram submetidos à contagem de escamas sub-caudais e medição do comprimento da cauda, para a verificação do local da fragmentação (distância da cloaca). Para verificar a existência de diferentes frequências de quebra da cauda entre indivíduos de diferentes tamanhos, os animais tiveram o comprimento rostro-anal medido (da parte mais anterior da cabeça à cloaca). Para verificar a possível existência da relação da fragmentação da cauda com o sexo dos indivíduos, a determinação do sexo foi realizada através da presença ou não do hemipênis. Para que sua morfologia interna pudesse ser melhor compreendida, além da verificação da fragmentação como sendo intra ou intervertebral, foram realizadas diafanizações e radiografias simples dorsoventrais (Neodiagnomax SR12, Hospital Veterinário da UFPR) das caudas fragmentadas e não fragmentadas. Para uma melhor visualização das radiografias, estas tiveram suas imagens digitalizadas através de fotografias realizadas com câmera digital. Os resultados obtidos foram submetidos a análises de frequência, sendo o teste “t” de student utilizado para a verificação da significância entre médias e o teste de qui-quadrado (X^2) para a verificação da possível relação com o sexo.

3. RESULTADOS

Foram analisados 197 indivíduos, sendo 81 indivíduos pertencentes à espécie *Chironius bicarinatus*, 67 à espécie *Mastigodryas bifossatus* e 49 à espécie *Spilotes pullatus*. Indivíduos com cauda fragmentada foram encontrados em todas as espécies (figura1 e figura2), estando a maior frequência de fragmentação de cauda em relação ao total de indivíduos analisados em cada espécie presente em *Mastigodryas bifossatus* (28,3%), seguida por *Chironius bicarinatus* (23,5%) e *Spilotes pullatus* (16,3%). Nas três espécies, a análise do X^2 demonstrou que a fragmentação da cauda não está relacionada com o sexo do indivíduo. A porcentagem de indivíduos com cauda não fragmentada e fragmentada, bem como sua ocorrência em cada sexo pode ser vista na tabela abaixo.

	Cauda não fragmentada	Cauda fragmentada		
<i>Chironius bicarinatus</i>	62 (76,5%)	19 (23,5%)		
		10F	9M	$X^2=0,052$
<i>Mastigodryas bifossatus</i>	48 (71,7%)	19 (28,3%)		
		9F	10M	$X^2=0,052$
<i>Spilotes pullatus</i>	41 (83,7%)	8 (16,3%)		
		2F	6M	$X^2=2,000$

Tabela 1. Porcentagem de indivíduos com cauda não fragmentada e fragmentada para cada sexo (M=machos; F=Fêmeas; GL=1; $0,80 < P < 0,90$ para *Chironius bicarinatus* e *Mastigodryas bifossatus* e $0,10 < P < 0,20$ para *Spilotes pullatus*)

3.1 Escamas subcaudais:

O número médio de escamas subcaudais (SC) pôde ser estabelecido através de sua contagem, tanto em indivíduos com cauda não fragmentada (CNF), quanto em indivíduos com cauda fragmentada (CF). *Chironius bicarinatus* é a espécie com o maior número médio de escamas subcaudais (139,5-CNF e 104,8-CF), sendo seguida por *Spilotes pullatus* (108,0-CNF e 106,5-CF) e *Mastigodryas bifossatus* (95,0-CNF e 47,1-CF). Estes dados permitem dizer que em *Chironius bicarinatus* os indivíduos com cauda fragmentada perdem em média 25% da cauda (N=19), em *Mastigodryas bifossatus* 50% (N=19) e em *Spilotes pullatus* apenas 1,5% (N=8). A realização do teste t para a comparação entre as médias do número de escamas subcaudais dos indivíduos com cauda fragmentada e não fragmentada, demonstrou que ao nível de significância 5% os resultados são significativos para *Chironius bicarinatus* e *Mastigodryas bifossatus*, indicando que as médias não são iguais ($t=147,14$; GL=19 e

$t=3,02$; $GL=19$; respectivamente) e não significativos para *Spilotes pullatus*, indicando que as médias são iguais ($t=0,28$; $GL=7$). Os dados referentes às escamas subcaudais encontram-se na tabela abaixo.

		Cauda não fragmentada		Cauda fragmentada	
<i>Chironius bicarinatus</i>		139,5 (N=20, $\Delta=123-156$)		104,8 (N=19, $\Delta=33-142$)	
Fêmeas	Machos	137 (N=10, $\Delta=123-146$)	142 (N=10, $\Delta=129-156$)	99,3 (N=10, $\Delta=33-135$)	110,9 (N=9, $\Delta=38-142$)
<i>Mastigodryas bifossatus</i>		95,0 (N=48, $\Delta=86-105$)		47,1 (N=19, $\Delta=12-79$)	
Fêmeas	Machos	93,5 (N=27 $\Delta=86-105$)	97,0 (N=21 $\Delta=90-103$)	47,7 (N=9 $\Delta=12-79$)	46,6 (N=10 $\Delta=22-70$)
<i>Spilotes pullatus</i>		108,0 (N=42, $\Delta=98-117$)		106,5 (N=8, $\Delta=86-118$)	
Fêmeas	Machos	105,3 (N=14, $\Delta=98-114$)	109,3 (N=27, $\Delta=101-117$)	102 (N=2, $\Delta=99-105$)	108 (N=6, $\Delta=86-118$)

Tabela 2. Número médio de escamas subcaudais (SC) para os indivíduos com cauda não fragmentada e fragmentada de ambos os sexos.

3.2 Comprimento rostro-anal:

O comprimento rostro-anal (RA) médio foi calculado tanto juntamente para indivíduos com cauda não fragmentada e fragmentada (RA total), quanto separadamente para cada caso (RA-CNF e RA-CF). *Spilotes pullatus* possui a maior média de comprimento RA total (135,0cm.), bem como RA-CNF (134,4cm.) e RA-CF (137,6cm.). *Mastigodryas bifossatus* vem em seguida (RA total =109,0cm; RA-CNF=107,3cm; RA-CF=113,5cm), sendo o menor comprimento rostro anal apresentado por *Chironius bicarinatus* (RA total =83,0cm; RA-CNF=81,0cm; RA-CF=85,2cm). A realização do teste t para a comparação entre as médias do comprimento rostro-anal dos indivíduos com cauda fragmentada e não fragmentada, demonstrou que ao nível de significância 5% as médias não são significativamente diferentes para nenhuma das espécies (*Chironius bicarinatus*: $t=0,22$; $GL=37$ / *Mastigodryas bifossatus*: $t=0,18$; $GL=65$ / *Spilotes pullatus*: $t=0,05$; $GL=47$). Os dados referentes ao comprimento rostro-anal encontram-se na tabela a seguir.

		Total		Cauda não fragmentada		Cauda fragmentada	
<i>Chironius bicarinatus</i>		83,0 (N=39)		81,0 (N=20)		85,2 (N=19)	
Fêmeas	Machos	79,7 (N=20)	86,5 (N=19)	79,8 (N=10)	82,2 (N=10)	79,6 (N=10)	91,3 (N=9)
<i>Mastigodryas bifossatus</i>		109,0 (N=67)		107,3 (N=48)		113,5 (N=19)	
Fêmeas	Machos	109,7 (N=36)	108,2 (N=31)	109,5 (N=27)	104,4 (N=21)	110,4 (N=9)	116,3 (N=10)
<i>Spilotes pullatus</i>		135,0 (N=49)		134,4 (N=41)		137,6 (N=8)	
Fêmeas	Machos	138,8 (N=16)	133,1 (N=33)	140,4 (N=14)	131,4 (N=27)	128,0 (N=2)	140,8 (N=6)

Tabela 3. Comprimento rostro-anal médio (cm) total e para os indivíduos com cauda não fragmentada e fragmentada de ambos os sexos.

3.3 Local de fragmentação (porcentagem em cada terço):

As três espécies analisadas apresentaram fragmentação de cauda, porém em diferentes frequências (tabela 1) e em diferentes locais. A contagem das escamas subcaudais demonstra que não existem locais específicos para a fragmentação da cauda em nenhuma das espécies. Embora não haja um local determinado para a fragmentação, existem variações distinguíveis para cada espécie. *Chironius bicarinatus* e *Spilotes pullatus* mostraram uma maior porcentagem de fragmentação no último terço da cauda (68,4% e 100%, respectivamente), enquanto que em *Mastigodryas bifossatus* a maior frequência de fragmentação se deu no terço médio da cauda (73,7%) (tabela 5). Para tal, o maior número de escamas subcaudais encontrado em cada espécie foi tomado como o número total, e então, seus terços estabelecidos.

Terços da cauda	<i>Chironius bicarinatus</i>			<i>Mastigodryas bifossatus</i>			<i>Spilotes pullatus</i>		
	1° (SC1-52)	2° (SC53-104)	3° (SC105-156)	1° (SC1-35)	2° (SC36-70)	3° (SC71-105)	1° (SC1-39)	2° (SC40-78)	3° (SC79-118)
% e nº de indivíduos com cauda fragmentada	15,8% 3 (2F,1M)	15,8% 3 (1F,2M)	68,4% 13 7F,6M)	21,0% 4 (2F,2M)	73,7% 14 (6F,8M)	5,3% 1 (1F)	0,0% 0 -	0,0% 0 -	100% 8 (2F,6M)

Tabela 4. Porcentagem de indivíduos e nº de indivíduos com cauda fragmentada em cada terço da cauda (M=machos, F=Fêmeas, SC= escamas subcaudais)

3.4 Diafanização e Radiografias:

A realização das diafanizações foi suspensa logo no início do trabalho, por mostrar-se um método trabalhoso, demorado e de custo elevado, quando comparado com as radiografias. Portanto, passou-se a utilizar somente as radiografias para esta análise. A limitação do uso da radiografia se deu no tamanho da imagem obtida, já que este se encontra próximo ao tamanho real do animal, o que fez com que as vértebras de indivíduos com caudas mais robustas (*Mastigodryas bifossatus*) pudessem ser melhor observadas, ao passo que as caudas mais delgadas tiveram sua análise dificultada (*Chironius bicarinatus*).

Ao todo foram radiografados 9 indivíduos, sendo três de cada espécie (um com cauda não fragmentada e dois com cauda fragmentada). A análise das radiografias das caudas não fragmentadas não revelou planos de fratura ou locais propícios à fragmentação. Porém, a análise das radiografias das caudas fragmentadas revelou que a última vértebra das três espécies tinha seu tamanho reduzido abruptamente quando comparado com as vértebras anteriores (fotos 3, 4, 5 e 6 em anexo). As radiografia das caudas fragmentadas permitem observar que a última vértebra está fragmentada em sua porção mais posterior. Trata-se de sua região mais delgada, que antecede a região terminal, a qual apresenta-se bem calcificada. Isto pôde ser evidenciado em *Mastigodryas bifossatus* por se tratar de uma região mais esbranquiçada quando comparada ao restante da vértebra (foto 5).

4. DISCUSSÃO E CONCLUSÃO

Mesmo que com diferentes frequências de ocorrência, a fragmentação da cauda está presente em todas espécies analisadas e não se mostrou correlacionada com o sexo dos indivíduos. A porcentagem de indivíduos com cauda fragmentada em *Mastigodryas bifossatus* (28,3%, Ntotal=67) mostrou-se diferente do proposto por Ferreira & Outerlial (1998), que observaram 46,7% dos indivíduos com cauda fragmentada dos 119 espécimes analisados, o que pode estar relacionado com o menor tamanho de amostra analisada neste trabalho.

A análise do teste *t* demonstrou que a diferença entre o número médio das escamas subcaudais dos indivíduos com cauda fragmentada e não fragmentada é significativa nas espécies *Chironius bicarinatus* e *Mastigodryas bifossatus*, porém esta diferença não é significativa em *Spilotes pullatus*, uma vez que a totalidade da pequena amostra de indivíduos com cauda fragmentada (8 indivíduos) apresentou fragmentação no terço posterior da cauda. Por outro lado, os valores médios do comprimento rostro-anal dos indivíduos com cauda fragmentada e não fragmentada, não se mostraram significativamente diferentes em nenhuma das espécies, o que sugere que a potencialidade de fragmentação da cauda é igualmente representativa tanto para os indivíduos mais jovens (comprimento RA menor), quanto para os indivíduos mais velhos (comprimento RA maior).

Apesar dos locais de fragmentação serem variáveis em todas as espécies, a análise das radiografias demonstrou que as últimas vértebras das caudas fragmentadas estão incompletas, o que sugere que a fragmentação é intravertebral nas três espécies. Portanto, apesar de não haver uma vértebra específica em que a fragmentação ocorra, aparentemente existe um local propício à fragmentação na própria vértebra, já que esta ocorreu na sua parte posterior, que oferece menor resistência à fratura (parte mais delgada). A fragmentação também parece ocorrer anteriormente à porção final da vértebra, a qual é mais calcificada (região mais esbranquiçada) e, portanto, mais rígida, fazendo com que a fragmentação ocorra anteriormente a ela. O fato das imagens das radiografias terem seu tamanho próximo ao tamanho real do indivíduo, certamente dificultou a análise das imagens que perdem resolução ao serem ampliadas.

A forma de fragmentação de cauda encontrada nestas espécies difere daquela proposta para as serpentes por Mendelson (1992) e Savage & Crother (1989), na qual a ruptura seria intervertebral, sem o envolvimento do sistema nervoso e sem regeneração da cauda. O envolvimento do sistema nervoso não foi testado neste trabalho, a regeneração da cauda realmente não ocorre (apenas o desenvolvimento de uma capa calcificada em sua extremidade), porém a fragmentação é intravertebral como aquela comumente encontrada em lagartos (Etheridge, 1967).

Portanto, pode-se concluir que pelo fato da fragmentação de cauda nestas espécies ocorrer intravertebralmente, trata-se de autotomia, já que o termo “quebra de cauda” deve estar relacionado apenas com a fragmentação intervertebral (Mendelson, 1992).

5. REFERÊNCIAS BIBLIOGRÁFICAS

- ARNOLD, E.N. 1988. Caudal autotomy as a defense. **Biology of the Reptilia**, Vol. 16. Edited by C. Gans and R. B. Huey. Academic Press, New York. p. 302-410.
- COOPER, W.E., Jr., & VITT, L.J. 1991. Influence of dectability and ability to escape on natural selection of conspicuous autotomous defenses. **Can. J. Zool.** 69: 757-764.
- COOPER, W.E. & ALFIERI, K.J. 1993. Caudal autotomy in the Eastern garter snake, *Thamnophis s. sirtalis*. **Amphibia-Reptilia** 14: 86-89.
- DIXON, J.R.; WIEST Jr. J. A; CEI, J.M. 1993. Revision of the Neotropical Snake Genus *Chironius* Fitzinger (Serpentes, Colubridae). **Monografie XIII**. Torino.
- ETHERIDGE, R. E., 1967. Lizard caudal vertebrae. **Copeia**, 1967: 699 – 721.
- FERREIRA, V.L. & OUTEIRAL, A.B. 1998. *Mastigodryas bifossatus* (Jararaca do Banhado), Tail breakage. **Herpetological Review**, 29(4): 242.
- MARQUES, O. A.V; Eterovic, A. & SAZIMA, I. 2001 **Serpentes da Mata Atlântica**. Guia Ilustrado para a Serra do Mar. Ribeirão Preto: Holos. 184p.
- MARTIN, J. & SALVADOR, A. 1992. Tail loss consequences on habitat use by the Iberian Rock-lizard, *Lacerta manticola*. **Oikos**, 65: 328 – 333.
- MARTIN, J. e SALVADOR, A. 1993. Tail loss and foraging tactics of the Iberian Rock-lizard, *Lacerta manticola*. **Oikos**, 66: 318 – 324.
- MÜLLER, P. 1969. Zur Verbreitung der Gattung *Chironius* auf den brasilianischen Inseln (Serpentes, Colubridae). **Senck. Biol.** 50:133-141.
- NIEWIAROWSKI, P.H; CONGDON, J.D; DUNHAM, A.E; VITT, L.J. & TINKLE, D.W. 1997. Tales of lizard tails: effects of tail autotomy on subsequent survival and growth of free-ranging hatchling *Uta stansburiana*. **Can. J. Zool.** 75: 542-548.
- POUGH, F.H; HEISER, J.B; McFARLAND, W.N. 1999. **A vida dos vertebrados**, 2ª edição, São Paulo: Atheneu Editora.
- SAVAGE, J. M. & CROTHER, B. I. 1989. The status of *Pliocercus* and *Urotheca* (Serpentes: Colubridae), with a review of included species of coral snake mimics. **Zoological Journal of the Linnean Society** , 95: 335 – 362.

- SAZIMA, I. & HADDAD, C. F. B. 1992. Répteis da Serra do Japi: notas sobre história natural. **História Natural da Serra do Japi: Ecologia e preservação de uma área florestal no Sudeste do Brasil** / Patrícia C. Morellato (org.). – Campinas, SP: Editora da UNICAMP/FAPESP.
- SILVA, S. C; FERNANDES, R. 1994. *Chironius bicarinatus*: Foraging behavior. **Herpetological Review**, 25(1): 28.
- VITT, L. J; CONGDON, J. D. e DICKSON, N. A. 1977. Adaptative strategies and energetics of tail autotomy in lizards. **Ecology**, 58: 326-337.

6. ANEXOS



Foto 1. Detalhe de uma cauda de um indivíduo da espécie *Mastigodryas bifossatus* fragmentada próximo à cloaca.



Foto 2. Comparação das caudas fragmentada e não fragmentada de dois indivíduos da espécie *Mastigodryas bifossatus*.



**Foto 3. Cauda fragmentada de *Chironius bicarinatus*,
evidenciando o tamanho reduzido da última vértebra.**



**Foto 4. Cauda fragmentada de *Spilotes pullatus*,
evidenciando o tamanho reduzido da última vértebra.**

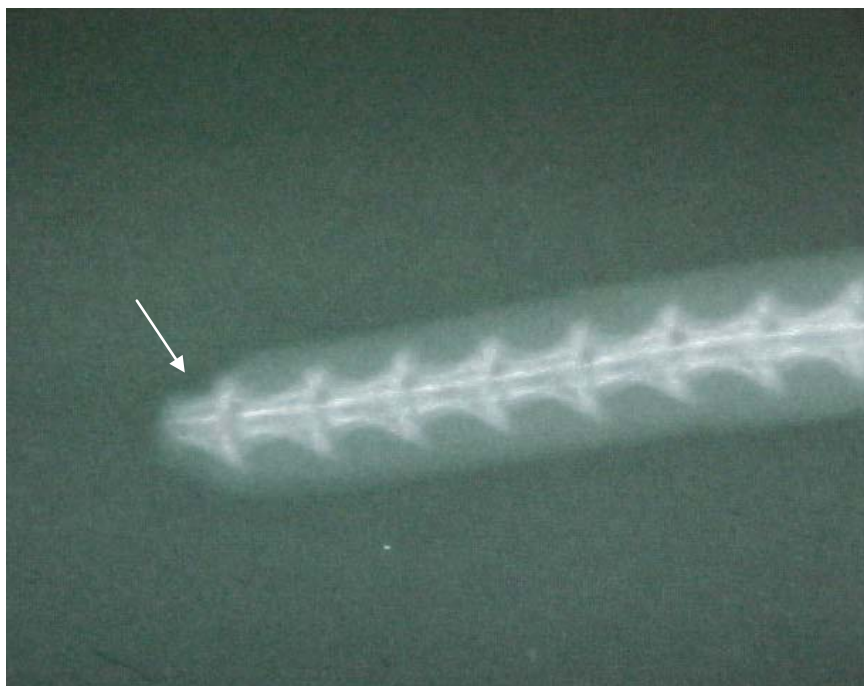


Foto 5. Cauda fragmentada de *Mastigodryas bifossatus*, evidenciando o tamanho reduzido da última vértebra.



Foto 6. Cauda fragmentada próximo à cloaca de *Mastigodryas bifossatus*, evidenciando o tamanho reduzido da última vértebra.