

UNIVERSIDADE FEDERAL DO RIO GRANDE DO SUL
INSTITUTO DE BIOCÊNCIAS
DEPARTAMENTO DE ZOOLOGIA

DESCRIÇÃO DO ESQUELETO AXIAL DE *Liolaemus arambarensis* (IGUANIA:
TROPIDURIDAE): REGIÕES PRÉ-SACRAL E SACRAL.

Caroline Maria da Silva

AUT

Trabalho apresentado como um dos
requisitos para obtenção do grau
de Bacharel no Curso de
Ciências Biológicas, Ênfase Ambiental.

NEWRY

Prof.^a Dr.^a Laura Verrastro
Orientadora

Porto Alegre
Março de 2003

**DESCRIÇÃO DO ESQUELETO AXIAL DE *Liolaemus arambarensis* (IGUANIA:
TROPIDURIDAE): REGIÕES PRÉ-SACRAL E SACRAL.**

Caroline Maria da Silva

**Porto Alegre
Março de 2003**

AGRADECIMENTOS

À minha Orientadora Dr^a. Laura Verrastro pelo apoio, pelos ensinamentos e principalmente pela amizade ao longo destes anos.

À Dr^a. Lígia por responder a tantas de minhas perguntas.

Aos meus colegas (amigos) e ex-colegas de laboratório pelo carinho, compreensão e, principalmente, paciência: Martin, Marina, Rodrigo, Saulo, Cariane, Ane, Duka, Dani, Giovanni, Patrick, Rita, Hellen, Dudinha e Lu.

Ao pessoal do laboratório de Ictiologia, especialmente aos meus colegas Juan e Thomas pela ajuda.

Aos meus amigos e colegas de faculdade.

À todas as pessoas que acreditaram em mim e continuam acreditando!

À todas as pessoas que amo e sei que me amam...

À toda minha família, especialmente minha Mãe e minhas irmãs (Dedé e Dida), pois sem elas nada seria possível!

Aos sete lagartinhos que morreram para realizar este trabalho!

RESUMO

Liolaemus arambarensis (Iguania -Tropiduridae) é um pequeno lagarto de areia, que vive nos ambientes de restingas da Laguna dos Patos. Esta espécie foi recentemente descrita por VERRASTRO *et al.* (2003).

O objetivo deste trabalho é analisar as Regiões Pré-Sacral e Sacral do esqueleto axial de *Liolaemus arambarensis*. A descrição de seu esqueleto axial poderá vir a fornecer informações importantes sobre as adaptações desta espécie a seu ambiente, assim como elucidar algumas relações filogenéticas em relação a outras espécies do gênero.

O esqueleto axial de *Liolaemus arambarensis* divide-se em regiões: Pré-Sacral, Sacral e Caudal. A Região Pré-Sacral subdivide-se em: Cervical, Dorsal Torácica e Dorsal Pós-Torácica. *Liolaemus arambarensis* possui um total de 26 vértebras nas Regiões Pré-Sacral e Sacral, sendo 8 vértebras cervicais, 5 vértebras dorsais torácicas, 11 vértebras dorsais pós-torácicas e 2 vértebras sacrais fusionadas. Possui 21 costelas, sendo 5 cervicais, 5 dorsais torácicas e 11 dorsais pós-torácicas; além de um amplo esterno.

A análise realizada demonstrou haver diferenças entre as vértebras no que se refere à largura, comprimento e altura das mesmas. Estas também diferenciam-se quanto à presença ou não de costelas. As costelas variam em formato e tamanho. O esterno apresenta diferenças quanto à presença ou ausência de fontanelas e grau de calcificação ao longo de seu desenvolvimento.

ÍNDICE GERAL

ÍNDICE DE TABELAS

ÍNDICE DE FIGURAS

1. INTRODUÇÃO	1
2. MATERIAL E MÉTODOS	3
2.1. MATERIAL	3
2.2. PREPARAÇÃO DO ESQUELETO	4
2.3. REPRESENTAÇÃO	4
2.4. MEDIDAS	5
2.5. NOMENCLATURA	7
3. RESULTADOS E DISCUSSÃO	9
3.1. REGIÕES DA COLUNA	11
3.1.1. REGIÃO CERVICAL	11
3.1.2. REGIÃO DORSAL	15
3.1.3. REGIÃO LOMBAR	18
3.1.4. REGIÃO SACRAL	18
3.2. COSTELAS	20
3.2.1. REGIÃO CERVICAL	20
3.2.2. REGIÃO DORSAL TORÁCICA	21
3.2.3. REGIÃO DORSAL PÓS-TORÁCICA	23
3.2.4. REGIÃO SACRAL	24
3.3. ESTERNO	24
3.4. ENTERRANDO-SE NA AREIA	27
4. CONSIDERAÇÕES FINAIS	28
5. REFERÊNCIAS BIBLIOGRÁFICAS	29

ÍNDICE DE TABELAS

- Tabela I** - Exemplos dissecados e analisados para o estudo do esqueleto axial de *Liolaemus arambarensis* CRA (comprimento rostro-anal), CC (comprimento da cauda) 3
- Tabela II** - Medidas das peças ósseas, divididas por regiões, referentes ao exemplar UFRGS 3590 de *Liolaemus arambarensis*., apresentadas em milímetros (mm). C (vértebras cervicais), T (vértebras torácicas), PT (vértebras pós-torácicas), ~ (valor aproximado)..... 6
- Tabela III** - Medidas dos esternos em três exemplares de *Liolaemus arambarensis*, c (comprimento), l (largura)..... 6

ÍNDICE DE FIGURAS

Figura 1 – Exemplar de <i>Liolaemus arambarensis</i>	2
Figura 2 - Vista ventral esquemática do esterno	7
Figura 3 – Vista lateral de uma vértebra esquemática	8
Figura 4 – Vista anterior de uma vértebra esquemática	8
Figura 5 – Vista posterior de uma vértebra esquemática	8
Figura 6 – Vista lateral de vértebra cervical de <i>Liolaemus arambarensis</i> com hipapófise	10
Figura 7 – Vista anterior do atlas de <i>Liolaemus arambarensis</i>	11
Figura 8 – Vista posterior do atlas de <i>Liolaemus arambarensis</i>	11
Figura 9 – Vista lateral do axis de <i>Liolaemus arambarensis</i>	12
Figura 10 – Vista lateral das demais vértebras da Região Cervical (C) de <i>Liolaemus arambarensis</i>	13
Figura 11 – Todas as vértebras da Região Cervical de <i>Liolaemus arambarensis</i>	14
Figura 12 – Vista lateral das vértebras da Região Dorsal Torácica (T) de <i>Liolaemus arambarensis</i>	15
Figura 13 – Vista lateral das vértebras da Região Dorsal Pós-Torácica (PT) de <i>Liolaemus arambarensis</i>	16
Figura 14 – Vista lateral de todas as vértebras da Região Dorsal (T e PT) de <i>Liolaemus arambarensis</i>	17
Figura 15 – Vista dorsal das vértebras da Região Sacral (S2 + S2) de <i>Liolaemus arambarensis</i>	19
Figura 16 – Vista ventral das vértebras da Região Sacral (S1 + S2) de <i>Liolaemus arambarensis</i>	19
Figura 17 – Vista lateral das costelas cervicais (CC) de <i>Liolaemus arambarensis</i>	21
Figura 18 – Vista ventral de esterno conectado a costelas torácicas (CT) de <i>Liolaemus arambarensis</i>	22
Figura 19 – Vista lateral das costelas dorsais pós-torácicas (CPT) de <i>Liolaemus arambarensis</i>	23
Figura 20 – Vista ventral do esterno de recém-nascido de <i>Liolaemus arambarensis</i> ..	26
Figura 21 – Vista ventral do esterno de adulto de <i>Liolaemus arambarensis</i>	26

1. INTRODUÇÃO

Os lagartos do gênero *Liolaemus* pertencem à família Tropiduridae, e incluem mais de 150 espécies (ETHERIDGE, 1995), juntamente com *Phymaturus* (10 spp) e *Ctenoblepharys* (15 spp), constituem a subfamília Liolaeminae (FROST & ETHERIDGE, 1989). Este gênero inclui lagartos de moderado tamanho, principalmente lagartos pequenos, restritos à região austral da América do Sul, onde ocupam uma grande diversidade de habitats, desde o nível do mar até 5000 metros de altura (ETHERIDGE, 2000). As regiões de ocorrência de *Liolaemus* incluem extensas áreas de areia eólica: as praias arenosas do Chile, Argentina, Uruguai e o sul do Brasil, assim como areias planas e sistemas de dunas disperso por todo o interior da Argentina e Chile (ETHERIDGE, 2000).

Estes lagartos exibem um extenso espectro de adaptações morfológicas e comportamentais que facilitam a vida por baixo e na superfície da areia, assim como focinho em forma de cunha, especialização do esterno para respiração embaixo da areia, redução do dimorfismo sexual e coloração críptica, mergulho rápido na areia como escape e refúgio diurno (ETHERIDGE, 2000). Segundo HOFFSTETTER & GASC (1969) o esqueleto axial dos Sauria reflete, em sua diversidade morfológica, a grande extensão de suas especializações.

No Rio Grande do Sul existem duas espécies de *Liolaemus*: *Liolaemus occipitalis*, que habita as dunas costeiras do Chuí a Torres, e *Liolaemus arambarensis*, recentemente descrita por VERRASTRO *et al.* (2003).

Liolaemus arambarensis (Iguania – Tropiduridae) é um pequeno lagarto de areia, que vive nos ambientes de restingas da Laguna dos Patos (Rio Grande do Sul), e possivelmente endêmico deste local. Tem cerca de 56mm de comprimento rostro-anal e apresenta uma coloração críptica com o ambiente, confundindo-se com o substrato onde vive. Alimenta-se basicamente de insetos, aranhas e material vegetal (VERRASTRO, 2001). Apresenta uma reprodução ovípara entre os meses de agosto e março (VERRASTRO, 2001). Esta espécie foi registrada por PETERS & DONOSO-BARROS (1970) e citado novamente por LEMA (1994), como sendo *Liolaemus wiegmanni*. Esta determinação foi revista, pois verificou-se diferenças marcantes no tamanho corporal,

desenhos do corpo e lepidose, resultando na descrição de uma nova espécie para o Rio Grande do Sul. (VERRASTRO *et al.*, 2003).

O estudo do esqueleto em lagartos tem sido muito importante para o entendimento de adaptações ao ambiente, assim como para a utilização nas análises filogenéticas.

O presente trabalho tem por objetivo a descrição do esqueleto axial de *Liolaemus arambarensis*, mais especificamente das regiões pré-sacral e sacral. Esta descrição pode elucidar algumas relações filogenéticas em relação a outras espécies do gênero. Devido à existência de poucos trabalhos sobre o esqueleto axial de espécies do gênero *Liolaemus*, verificou-se a necessidade de um aprofundamento maior neste assunto. No que diz respeito a *Liolaemus arambarensis*, ainda existe pouca informação sobre suas características morfológicas e biológicas, por ser uma espécie nova e recentemente descrita. Neste sentido resolveu-se iniciar um estudo mais detalhado sobre a parte axial de seu esqueleto, enfocando as regiões pré-sacral e sacral.



Figura 1 – Exemplar de *Liolaemus arambarensis*

2. MATERIAL E MÉTODOS

2.1. MATERIAL

Foram utilizados sete exemplares da espécie *Liolaemus arambarensis*, todos pertencentes à coleção do Departamento de Zoologia, Laboratório de Herpetologia, da Universidade Federal do Rio Grande do Sul (Tabela I). Os exemplares estão registrados sob os números: UFRGS 3330, UFRGS 3564, UFRGS 3574, UFRGS 3590, UFRGS 3591, UFRGS 3592 e UFRGS 3593.

O exemplar UFRGS 3330, coletado no Município de Arambaré (30°55'S e 51°30'W) no Rio Grande do Sul, em 22/01/1998, estava preservado na coleção há três anos e meio. Todos os demais exemplares foram coletados no Horto Florestal Barba Negra, município de Barra do Ribeiro (30°24'43"S e 51°13'03"W) no Rio Grande do Sul, especificamente para este trabalho. A coletas ocorreram nos dias 13/06/2001 (UFRGS 3564 e UFRGS 3574) e 28/06/2002 (UFRGS 3590, UFRGS 3591, UFRGS 3592 e UFRGS 3593).

Tabela I - Exemplares dissecados e analisados para o estudo do esqueleto axial de *Liolaemus arambarensis* CRA (comprimento rostro-anal), CC (comprimento da cauda).

Exemplar	Sexo	Idade	CRA (mm)	CC (mm)
UFRSG 3330	Macho	Adulto	59,90	76,60
UFRGS 3564	Macho	Adulto	53,80	65,60
UFRGS 3574	Macho	Adulto	46,00	62,50
UFRGS 3590	Macho	Adulto	57,00	78,80
UFRGS 3591	Macho	Recém-nascido	27,70	39,60
UFRGS 3592	Macho	Adulto	51,50	80,30
UFRGS 3593	Macho	Adulto	57,10	79,40

2.2. PREPARAÇÃO DO ESQUELETO

Os exemplares UFRGS 3564, UFRGS 3574, UFRGS 3590, UFRGS 3591, UFRGS 3592 e UFRGS 3593 foram mortos com éter e conservados em álcool 70%. Somente os exemplares UFRGS 3564 e UFRGS 3574 foram fixados em formol 10% antes de passar para o álcool. Após, os exemplares foram eviscerados e descarnados manualmente, imersos em água morna ou em temperatura ambiente. A dissecação ocorreu sob estereomicroscópio.

O exemplar UFRGS 3330 foi eviscerado e diafanizado segundo a técnica de Taylor & Van Dyke (CAILLIET, G. M.; LOVE, M. S. & EBELING, A. W., 1986) e mantido em glicerina líquida para melhor visualização e identificação das estruturas ósseas *in loco*.

As peças ósseas dos animais dissecados, retiradas individualmente, foram limpas com pinça de ponta fina, agulha histológica e bisturi, posteriormente foram secas sob lâmpada incandescente, e mantidas sobre bases de massa de modelar para evitar perda de material e alteração da ordem original. Posteriormente todas as peças foram analisadas e representadas esquematicamente.

Na análise foram utilizadas diferentes peças de cada exemplar: somente o esterno (UFRGS 3574, UFRGS 3591 e UFRGS 3592); esterno e algumas vértebras (UFRGS 3593); todas as vértebras, costelas e esterno (UFRGS 3564 e UFRGS 3590).

2.3. REPRESENTAÇÃO

Os desenhos iniciais das peças ósseas foram realizados, a lápis, em estereomicroscópio Wild M-3 com câmara clara, em aumento 10x16, sobre papel vegetal. Os desenhos finais foram elaborados a nanquin (canetas 0,1 e 0,2 mm), também sobre papel vegetal.

As peças ósseas foram representadas em diferentes posições, conforme sua morfologia. As posições foram escolhidas de acordo com o melhor ângulo para visualização dos detalhes anatômicos de cada peça e para uma melhor comparação entre algumas destas.

A primeira vértebra (atlas) foi representada nas posições anterior e posterior, as demais vértebras da região cervical, juntamente com todas as vértebras da região dorsal,

foram representadas em vista lateral, e as duas vértebras da região sacral, em vista dorsal e ventral. Os esternos aparecem em vista ventral, e as costelas em vista lateral.

2.4. MEDIDAS

As medidas foram tomadas com paquímetro Mitutoyo (precisão 0,02 mm) e apresentadas em milímetros (mm) (Tabelas II e III). Antes da dissecação ou diafanização dos exemplares, foram tomadas suas medidas de comprimento rostro-anal (CRA) e comprimento caudal (CC).

As medidas consideradas para as **vértebras**, segundo VERONESE & KRAUSE (1997), com algumas modificações, foram:

- **comprimento (c)**: distância existente entre as extremidades anterior e posterior do centro vertebral; sendo que no atlas esta medida foi tomada na região mediana da vértebra;
- **altura (a)**: distância existente entre a extremidade distal da espinha neural e a margem ventral do centro vertebral; no atlas, devido à sua morfologia diferenciada, esta medida foi considerada como sendo a distância entre a extremidade distal dos elementos formadores do arco neural e a hipapófise.
- **largura (l)**: distância existente entre as extremidades dos processos transversos.

As medidas consideradas para o **esterno** foram:

- **comprimento (c)**: distância existente entre a extremidade distal da interclavícula e a extremidade distal da placa esternal (sem as barras xifisternais);
- **largura (l)**: distância existente entre as extremidades distais dos bordos laterais da placa esternal.

As medidas consideradas estão representadas nas Figuras 2, 3, 4 e 5.

Tabela II - Medidas das peças ósseas, divididas por regiões, referentes ao exemplar UFRGS 3590 de *Liolaemus arambarensis*, apresentadas em milímetros (mm). C (vértebras cervicais), T (vértebras torácicas), PT (vértebras pós-torácicas), ~ (valor aproximado), a (altura), c (comprimento), l (largura).

Vértebra	a (mm)	c (mm)	l (mm)
Atlas	2,80	0,80	2,12
Axis	3,34	2,90	1,54
C3	~2,90	1,74	1,54
C4	~2,58	1,60	1,82
C5	~2,30	1,48	1,94
C6	2,70	1,48	2,10
C7	2,92	1,48	2,14
C8	2,78	1,70	2,00
T1	2,78	1,76	1,84
T2	2,54	1,84	1,80
T3	2,50	1,92	1,80
T4	2,50	2,10	1,78
T5	2,50	2,14	1,78
PT1	2,44	2,20	1,78
PT2	2,42	2,22	1,72
PT3	2,44	2,30	1,74
PT4	2,44	2,34	1,74
PT5	2,48	2,36	1,72
PT6	2,48	2,42	1,76
PT7	2,46	2,40	1,78
PT8	2,46	2,38	1,74
PT9	2,50	2,30	1,84
PT10	2,50	2,14	1,98
PT11	2,70	1,76	2,00
Sacrais	~2,56	3,16	5,56

Tabela III - Medidas dos esternos em três exemplares de *Liolaemus arambarensis*, c (comprimento), l (largura).

Esterno	c (mm)	l (mm)
UFRGS 3590	9,46	5,51
UFRGS 3591	4,68	2,86
UFRGS 3593	8,44	4,70

2.5. NOMENCLATURA

A nomenclatura utilizada para descrição das partes ósseas segue HOFFSTETTER & GASC (1969), e estão representadas nas Figuras 2, 3, 4 e 5.

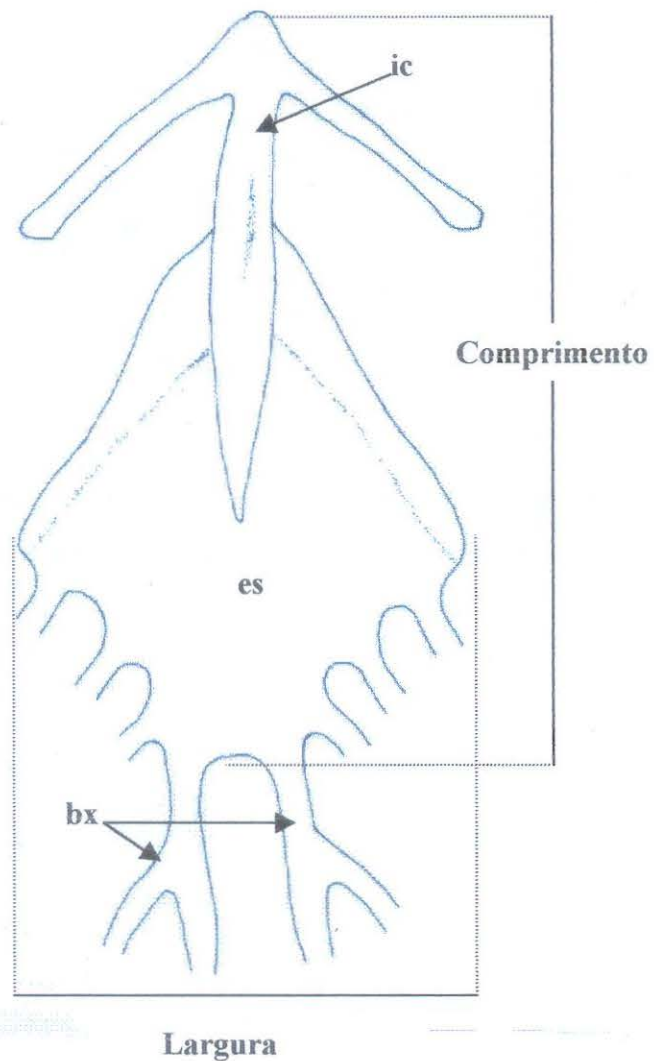


Figura 2 – Vista ventral esquemática do esterno.
es – esterno; ic – interclavícula; bx – barras xifisternais

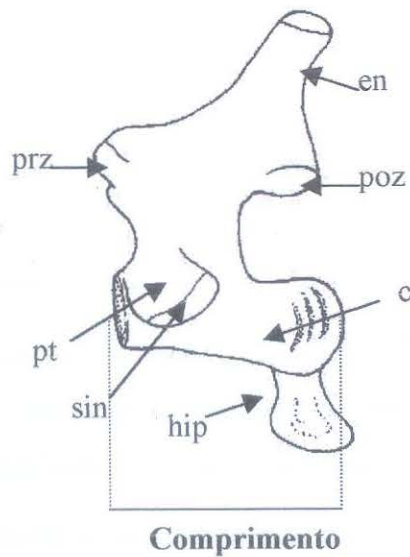


Figura 3 – Vista lateral de uma vértebra esquemática.
 c - centro; en - espinha neural; hip – hipapófise; poz – pós-zigapófise;
 prz – pré-zigapófise; pt – processo transverso; sin – sinapófise.

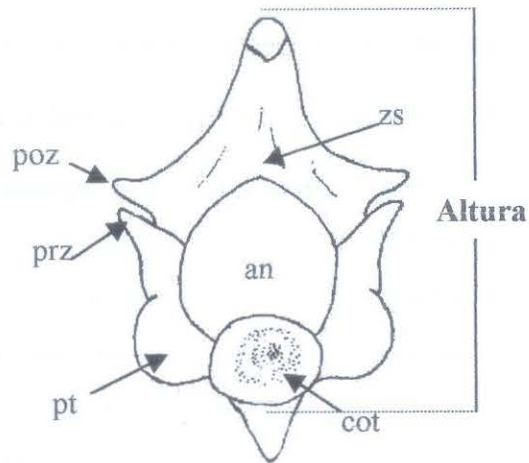


Figura 4 – Vista anterior de uma vértebra esquemática.
 an – arco neural; cot – cótilo; zs - zigofene

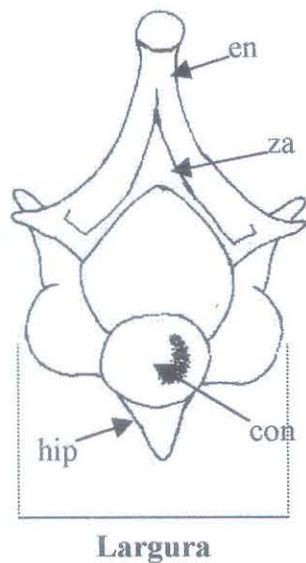


Figura 5 – Vista posterior de uma vértebra esquemática.
 con – côndilo; za - zigantro

3. RESULTADOS E DISCUSSÃO

Verificou-se que o esqueleto axial de *Liolaemus arambarensis* é composto pela coluna, costelas e esterno, sendo a primeira a maior estrutura axial.

A coluna vertebral substitui a notocorda como principal eixo longitudinal de sustentação do corpo dos vertebrados (ROMER & PARSONS, 1977). Suas vértebras componentes conferem-lhe grande resistência e ainda protegem a medula espinhal.

A postura da coluna vertebral nos répteis não é a de uma linha ântero-posterior de posição horizontal, mas uma com curvatura dorso-ventral de significado funcional. As vértebras do tronco, geralmente, formam um arco entre as regiões escapular e pélvica (ROMER, 1956). Isto confirma-se em *Liolaemus arambarensis*

A descrição abaixo refere-se a uma vértebra típica de sáurio, segundo COPE (1892).

Cada vértebra possui duas partes principais: **centro** e **arco neural**.

- **Centro:** a parte anterior (côncava) recebe o nome de cótilo, e a parte posterior (convexa), de côneilo. A superfície médio ventral do centro vertebral chama-se **intercentro**, e aparece em algumas vértebras cervicais sob a forma de **hipapófises**, e nas vértebras caudais sob forma de **chevrons**. Segundo HOFFSTETTER & GASC (1969), o intercentro geralmente forma uma espinha médio ventral, a qual pode migrar anterior ou posteriormente da primitiva posição médio ventral, ou pode formar uma sutura ou ainda fusionar-se com o centro do mesmo ou do segmento precedente.

O centro ainda porta processos transversos, lateralmente dirigidos, aos quais podem ou não se articularem costelas. As extremidades destes processos são chamadas de **sinapófises**. COPE (1892) observou que a coluna vertebral dos lacertídeos, exceto dos Geconidae e Uroplatidae, apresenta centro vertebral procélico. Segundo GASC (1969), os comprimentos do centro vertebral demonstram variações irregulares ao longo da coluna vertebral que podem refletir necessidades mecânicas.

- **Arco Neural:** a junção de suas duas partes forma a espinha neural. Os sucessivos arcos neurais das vértebras adjacentes, formam um tubo por onde passa a medula espinhal.

Segundo HOFFSTETTER & GASC (1969), o arco neural, anteriormente acessório (em peixes), assumiu importância primária na construção das vértebras dos tetrápodos.

Os sucessivos arcos neurais são unidos em anfiartroses por facetas planas ou levemente curvadas, as **zigapófises**, de variadas dimensões e orientações.

As vértebras articulam-se através de três pontos: **cótilo-côndilo** (no centro), **pré e pós-zigapófises** (no arco neural) e **zigosfene-zigantro** (na base do arco neural). A ausência deste último ponto de articulação, segundo ETHERIDGE (1960), é considerada primitiva, sua presença, uma especialização. A articulação do tipo pré e pós-zigapófise permite movimentos verticais e horizontais, prevenindo torções indesejadas (ROMER & PARSONS, 1977).

Este mesmo padrão é observado em *Liolaemus arambarensis*, exceto quanto à posição das hipapófises em algumas vértebras cervicais, que se localizam na margem ventral do côndilo (Figura 6).



Figura 6 – Vista lateral de vértebra cervical de *Liolaemus arambarensis* com hipapófise

O esqueleto axial dos répteis apresenta diferenciações regionais que levam à distinção das vértebras em regiões pré-sacral, sacral e caudal (ROMER, 1956). Segundo ETHERIDGE (1960) a região pré-sacral ainda pode ser subdividida em: cervical e dorsal (torácica e pós-torácica). A coluna de *Liolaemus arambarensis* segue as divisões propostas por ROMER (1956), e a região pré-sacral, mais especificamente, as subdivisões propostas por ETHERIDGE (1960).

3.1. REGIÕES DA COLUNA

3.1.1. REGIÃO CERVICAL

Segundo ROMER (1956), freqüentemente é difícil definir a série cervical em contraste à dorsal. A distinção primária fica na presença ou não de costelas articuladas com o esterno. Em relação ao número de vértebras desta região, répteis apresentam variações.

Liolaemus arambarensis possui 8 vértebras (Figura 11), sendo todas anteriores à primeira vértebra portadora de costelas unidas ao esterno.

Em vertebrados terrestres o movimento independente da cabeça é importante, e modificações na vértebra mais anterior e em sua articulação com o crânio facilitam isto (ROMER & PARSONS, 1977).

Em *Liolaemus arambarensis*, as duas primeiras vértebras aparecem grandemente modificadas e consideravelmente diferentes das subseqüentes, formando o **Complexo Atlas-Axis**, o qual, segundo ROMER & PARSONS (1977), permite considerável liberdade de movimentos à cabeça.

Assim como descrito para outros sáurios (KRAUSE, 1978), em *Liolaemus arambarensis*, o atlas (anelar) é formado por três elementos individuais: dois relativos ao arco neural e um correspondente ao intercentro. Os elementos do arco neural não se unem dorsalmente, não formando uma espinha neural. O intercentro é a peça ventral do atlas, possuindo uma pequena hipapófise. A cavidade vertebral é intersectada por um ligamento transversal cartilaginoso, formando duas cavidades: uma dorsal (canal neural) e uma ventral (recebe o côndilo occipital anteriormente e a apófise odontóide do axis posteriormente) (Figuras 7 e 8).



3mm

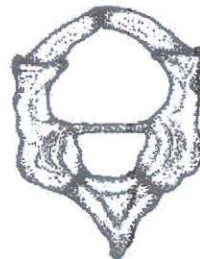


Figura 7 – Vista anterior do atlas de *Liolaemus arambarensis*

Figura 8 – Vista posterior do atlas de *Liolaemus arambarensis*

Verificou-se que em *Liolaemus arambarensis*, o **axis** (Figura 9) é a maior vértebra da região e não apresenta linha de sutura entre seus elementos, os quais encontram-se completamente fusionados. Segundo HOFFSTETER & GASC (1969) esta vértebra diferencia-se das subseqüentes pelo grande tamanho de sua espinha neural, usada como uma área para ancoragem dos músculos conectados à cabeça e à coluna vertebral. ROMER (1956) também interpretou a grande espinha neural do axis como sendo uma ampla superfície para inserção da musculatura occipital. Sobre e entre suas pós-zigapófises apresenta uma escavação chamada de zigantro, a qual articula-se com a zigosfene da terceira vértebra. Ambas são estruturas planas, que formam articulações acessórias. Seu centro vertebral emite anteriormente uma grande apófise odontóide, que se articula com o atlas, e, posteriormente, um côndilo que se articula com o cótilo da terceira vértebra cervical. Possui dois processos transversos, os quais não apresentam união com costelas. Apresentam também uma hipapófise, a qual une-se ventralmente ao centro vertebral por tecido conjuntivo.



Figura 9 – Vista lateral do axis de *Liolaemus arambarensis*

Na análise realizada constatou-se que em *Liolaemus arambarensis* as **demais vértebras** da região apresentam morfologia semelhante entre si, mas diferem em relação à altura, comprimento e largura (Figura 10). A **altura** varia bastante, mas sem uma direção definida (caudal ou não). Um dos principais motivos para as vértebras

variarem em relação à altura são as diferenças morfológicas existentes entre suas espinhas neurais.

A 4^a e a 5^a vértebras cervicais apresentam espinhas neurais menores e mais estreitas no sentido ântero-posterior, com extremidades distais mais afiladas e com a mesma inclinação. A 3^a, 6^a, 7^a e 8^a vértebras apresentam espinhas neurais mais largas ântero-posteriormente, e com graus variáveis de inclinação. Suas extremidades distais são mais arredondadas, exceto da 6^a vértebra, que a apresenta semelhante à 4^a e 5^a vértebras. O **comprimento** das demais vértebras desta região varia um pouco, sendo a 3^a a vértebra mais comprida, seguida pela 8^a e 4^a, que são menores. A 5^a, 6^a e 7^a vértebras apresentam comprimentos relativamente menores do que as demais, mas iguais entre si. A **largura** aumenta gradativamente em direção caudal até a 7^a vértebra, diminuindo na 8^a.

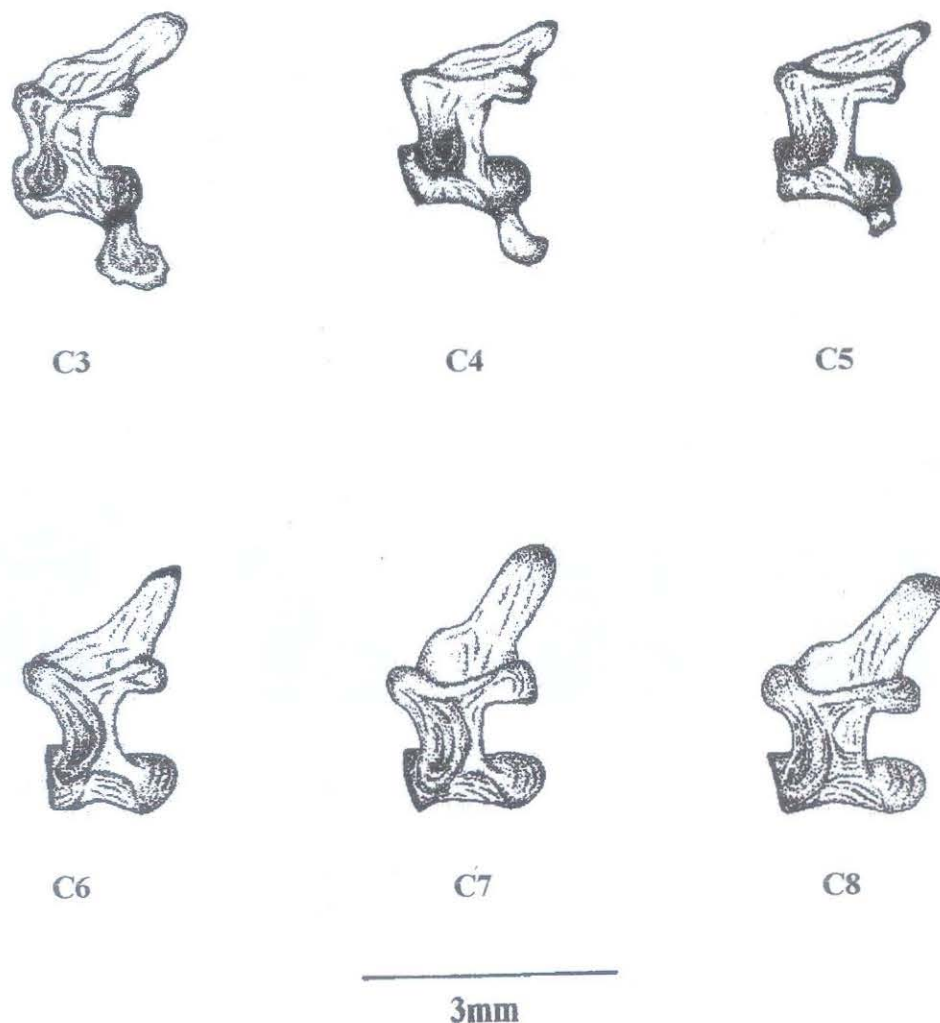


Figura 10 – Vista lateral das demais vértebras da Região Cervical (C)
de *Liolaemus arambarensis*

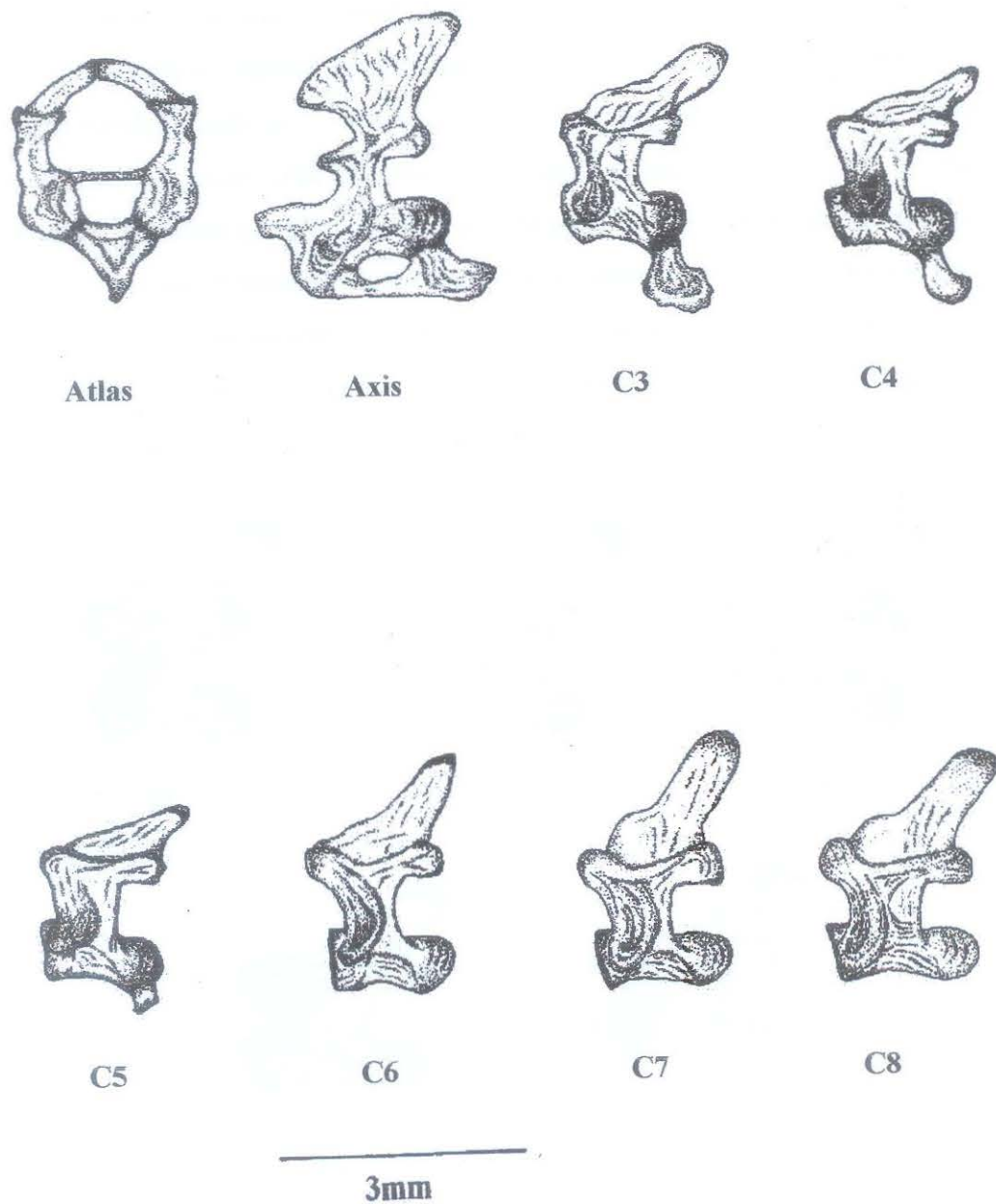


Figura 11 – Todas as vértebras da Região Cervical de *Liolaemus arambarensis*

3.1.2. REGIÃO DORSAL

Inclui todas as vértebras pré-sacrais restantes, totalizando 16 (Figura 14). Subdivide-se em Região Dorsal Torácica e Dorsal Pós-Torácica.

Em *Liolaemus arambarensis* verificou-se que:

- **Região Dorsal Torácica:** inclui as 5 vértebras que portam costelas unidas ventralmente ao esterno. As vértebras desta região apresentam morfologia semelhante entre si, mas variam em altura, comprimento e largura (Figura 12). A **altura** decresce em direção caudal, sendo a 1ª vértebra a mais alta, seguida pela 2ª, mais baixa, e, subsequente, pelas três últimas, as quais possuem a mesma altura. O **comprimento** aumenta gradativamente em direção caudal. A **largura** mantém-se relativamente constante entre as vértebras, embora ocorra um pequeno decréscimo em direção caudal. A 1ª aparece um pouco mais larga do que as demais, seguida pela 2ª e 3ª em pouco mais estreitas, mas iguais entre si, finalizando com a 4ª e 5ª também mais estreitas, mas iguais entre si.

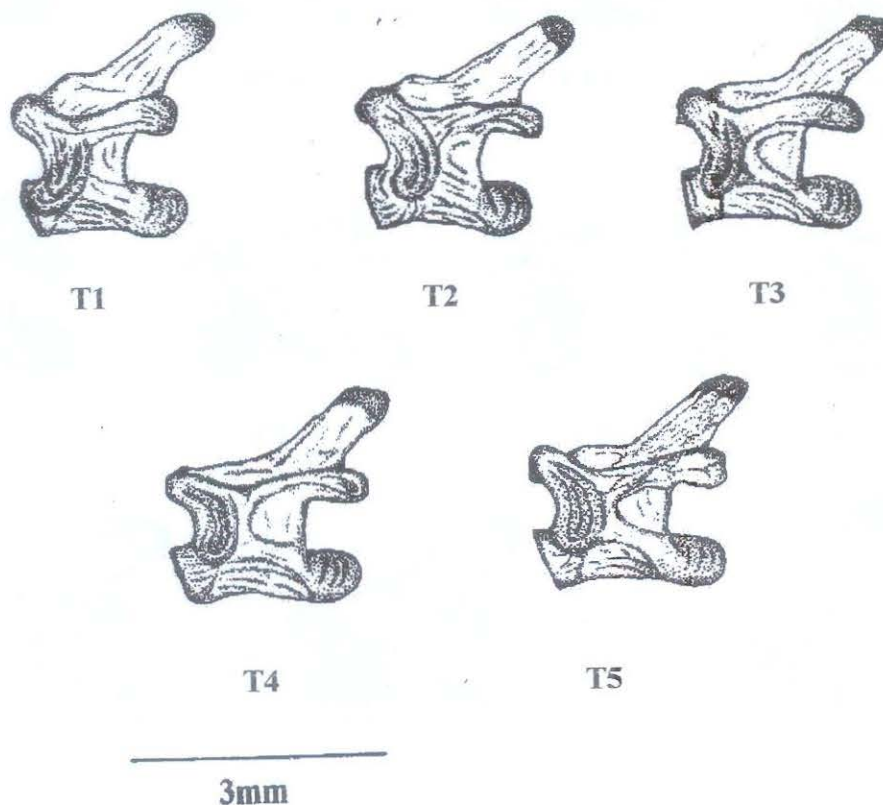


Figura 12 – Vista lateral das vértebras da Região Dorsal Torácica (T) de *Liolaemus arambarensis*

> **Região Dorsal Pós-torácica:** inclui as 11 vértebras dorsais restantes, todas portando costelas livres. Possuem morfologia semelhante entre si, mas apresentam variações em relação à altura, comprimento e largura (Figura 13). Apresentam diferenças também quanto à inclinação e formato da espinha neural. A **altura** varia suavemente entre elas, sem direção definida (caudal ou não), aumentando um pouco mais apenas na última vértebra da região. O **comprimento** aumenta gradativamente até a 6^a vértebra, diminuindo da 7^a à última vértebra da região. A **largura** varia entre elas sem uma direção definida (caudal ou não), sendo a última vértebra a mais larga da região. O número de vértebras desta região difere entre *Liolaemus arambarensis* e *Liolaemus scapularis*, o qual possui apenas 10 vértebras pós-torácicas (LOBO; ABDALA & SCROCCHI, 1995).

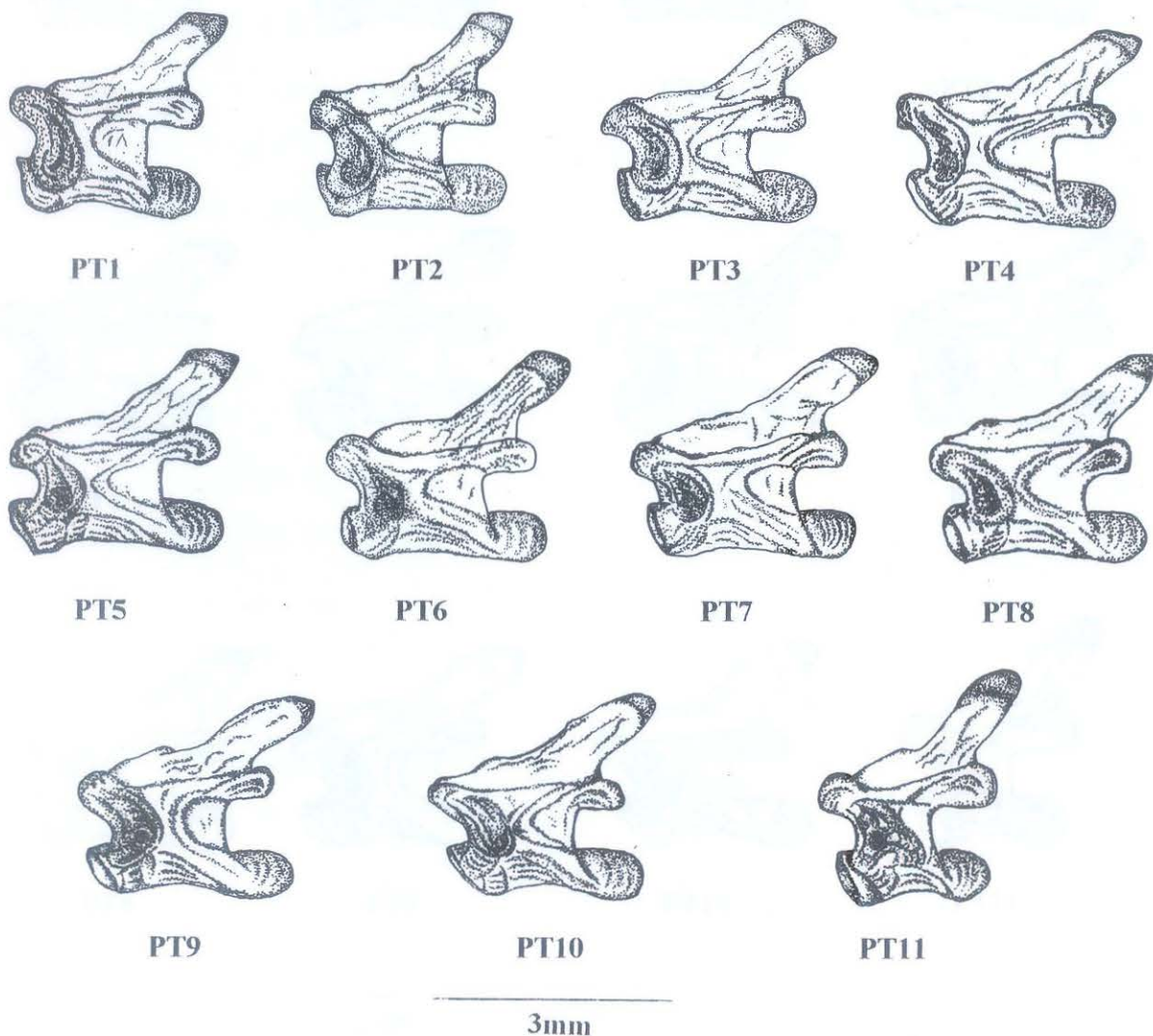


Figura 13 – Vista lateral das vértebras da Região Dorsal Pós-torácica (PT) de *Liolaemus arambarensis*



T1



T2



T3



T4



T5



PT1



PT2



PT3



PT4



PT5



PT6



PT7



PT8



PT9



PT10



PT11

3mm

Figura 14 – Vista lateral de todas as vértebras da Região Dorsal (T e PT) de *Liolaemus arambarensis*

3.1.3. REGIÃO LOMBAR

Liolaemus arambarensis não apresenta uma região lombar definida, ou seja, não possui nenhuma de suas vértebras pré-sacrais desprovidas de costelas. Difere, neste aspecto, de algumas espécies da família Iguanidae, onde vértebras lombares podem estar presentes. Segundo ETHERIDGE (1960) uma única vértebra lombar pode estar presente em *Polychrus*, *Aptycholaemus*, *Enyalius*, *Urostrophus*, *Corythophanes*, *Basiliscus* e *Laemanctus*. Já nos anolideos da família Iguanidae nunca existe menos do que três vértebras lombares e pode haver até sete. Difere também dos membros da família Teiidae, nos quais a região lombar é formada por uma única vértebra sem costelas (VERONESE, 1993).

3.1.4. REGIÃO SACRAL

Semelhante ao padrão geral dos sáurios (VERONESE, 1993), em *Liolaemus arambarensis*, a região sacral apresenta as características descritas a seguir.

É formada por duas vértebras fusionadas através de seus centros vertebrais, pós-zigapófises da 1ª com as pré-zigapófises da 2ª, e porções distais das pleurapófises (Figuras 15 e 16). Possuem espinhas neurais próprias e não fusionadas entre si. Juntas portam lateralmente pleurapófises fortemente expandidas, as quais são relativamente iguais em ambas as vértebras. Apresenta dois **forames sacrais** localizados entre as porções distais das pleurapófises e os centros vertebrais fusionados. Comunica-se com a cintura pélvica, servindo de encaixe para o íleo.

Pela análise realizada nas vértebras desta região, pode-se inferir que sua morfologia diferenciada deve-se a uma íntima relação com a cintura pélvica. O fusionamento intervertebral, a forte expansão das pleurapófises e a presença de forames sacrais, permitiriam uma maior sustentação para a cintura pélvica e, conseqüentemente, para os membros posteriores.

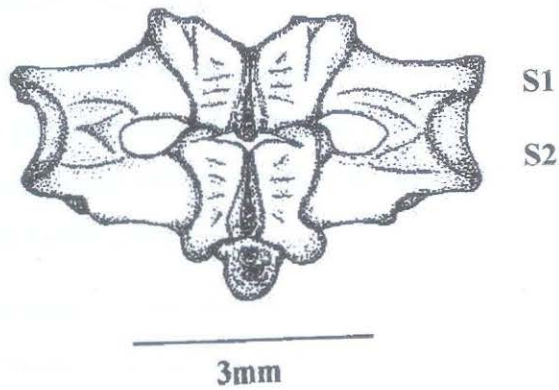


Figura 15 – Vista dorsal das vértebras da Região Sacral (S1 + S2) de
Liolaemus arambarensis

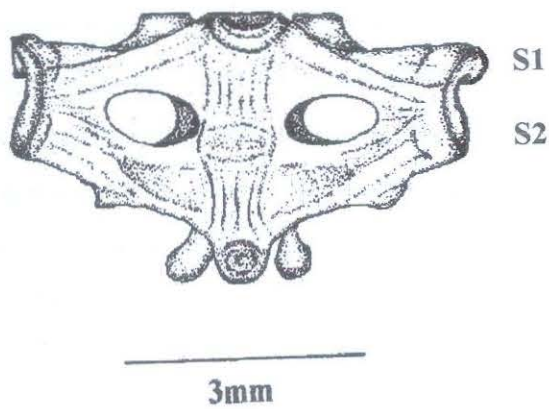


Figura 16 – Vista ventral das vértebras da Região Sacral (S1 + S2) de
Liolaemus arambarensis

3.2. COSTELAS

As costelas nos répteis são importantes tanto nos mecanismos respiratórios quanto na sustentação do tronco. Elas podem mover-se na respiração ou locomoção, ou serem imóveis e suportarem a parede corporal (HOFFSTETER & GASC, 1969).

As costelas nos répteis originam-se pela ossificação de uma cartilagem. Podem ser prolongadas distalmente por um ou dois segmentos cartilagosos mais ou menos calcificados, os quais estendem-se ventralmente e, às vezes, entram em contato com o esterno (HOFFSTETER & GASC, 1969).

As costelas de *Liolaemus arambarensis* apresentam-se **holocéfalas**, ou seja, possuem uma única extremidade que se articula com a vértebra. O mesmo foi observado por ROMER (1956) para todos os sáurios. Elas aparecem a partir da quarta vértebra e variam em formato e comprimento.

Verificou-se que em *Liolaemus arambarensis* as costelas apresentam-se regionalmente diferenciadas.

3.2.1. REGIÃO CERVICAL

Liolaemus arambarensis apresenta um total de **cinco** pares de costelas (Figura 17), sendo que estas aparecem a partir da 4ª vértebra desta região. Os três primeiros pares de costelas são pequenos, mas aumentam gradativamente em direção caudal. Os dois pares seguintes são maiores e possuem tamanhos semelhantes. Apenas o segundo e o terceiro par de costelas apresentam a parte distal (cartilaginosa) bifurcada, todos os outros apresentam-na não-bifurcada.

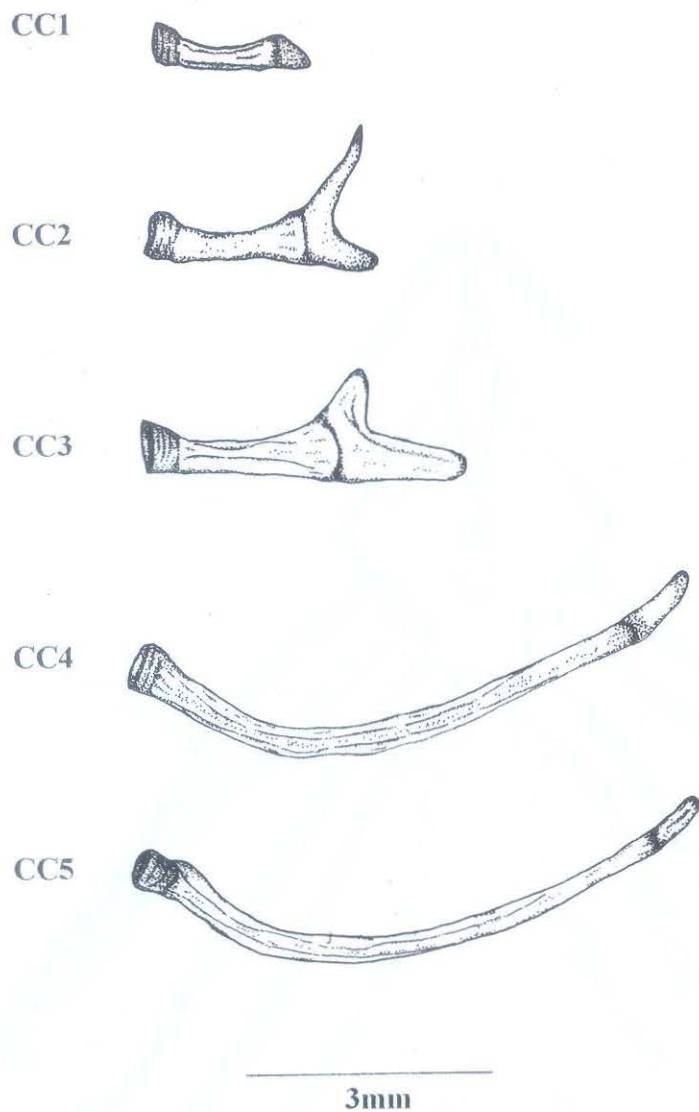


Figura 17 – Vista lateral das costelas da Região Cervical (CC) de *Liolaemus arambarensis*

3.2.2. REGIÃO DORSAL TORÁCICA

Cada costela torácica nos répteis é tipicamente formada em dois segmentos: um proximal, ossificado, a costela propriamente; e uma costela esternal distal, a qual quase sempre permanece cartilaginosa (ROMER & PARSONS, 1977). *Liolaemus arambarensis* possui cinco longos pares de costelas que se conectam, direta ou indiretamente, ao esterno. Três destes pares de costelas cartilaginosas são esternais,

conectam-se diretamente ao esterno, e dois são xifisternais, conectam-se indiretamente ao esterno através de barras xifisternais (Figura 18).

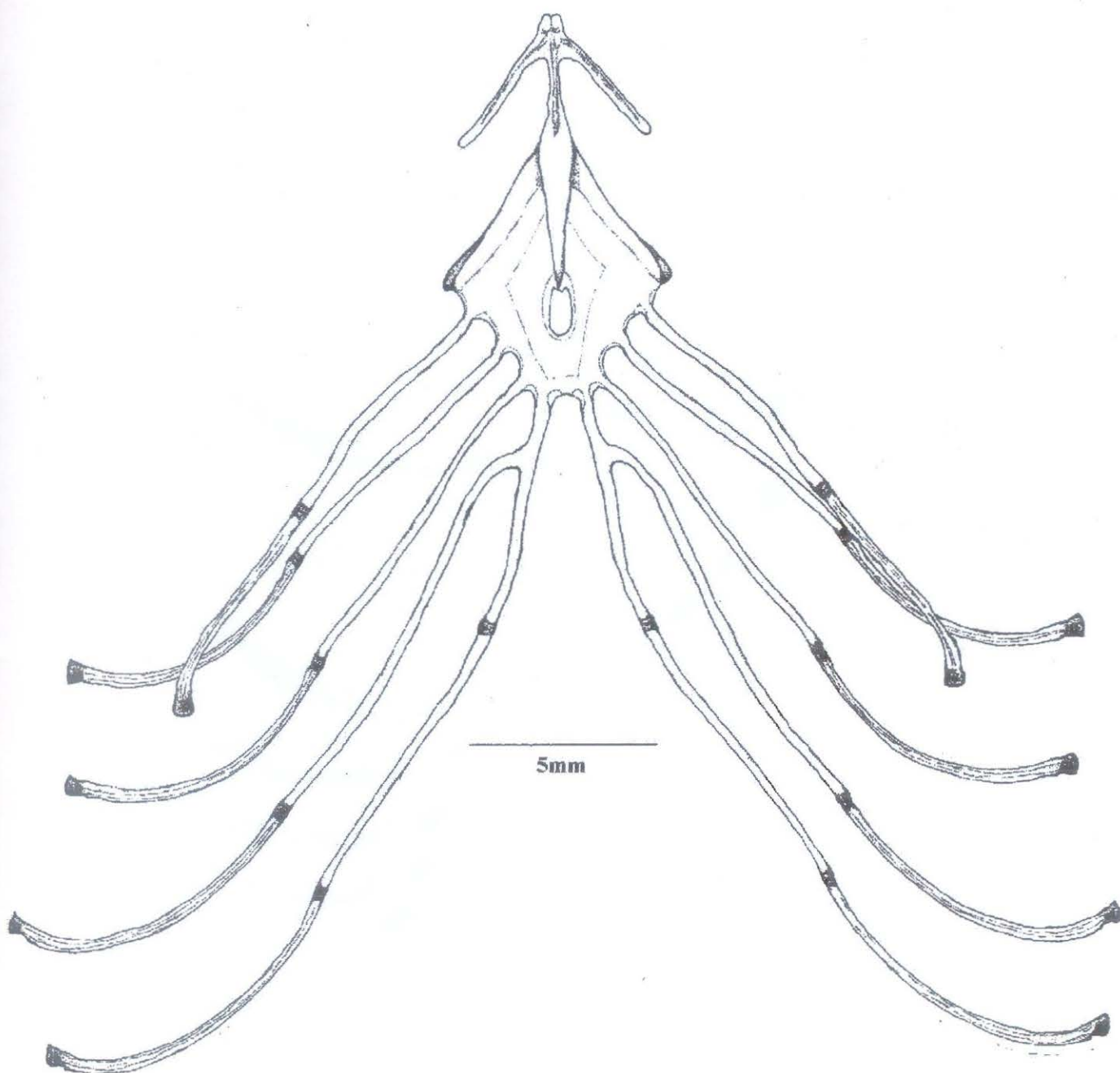


Figura 18 – Vista ventral do esterno de *Liolaemus arambarensis* conectado às costelas Torácicas (CT)

3.2.3. REGIÃO DORSAL PÓS-TORÁCICA

Liolaemus arambarensis apresenta um total de **onze** pares de costelas. Observou-se que o primeiro par é bem longo, seguido por três um pouco menores (mas ainda longos), e estes seguidos por sete bem menores e que decrescem até a última vértebra da região. Todos os pares apresentam a extremidade distal cartilaginosa e não-bifurcada (Figura 19).

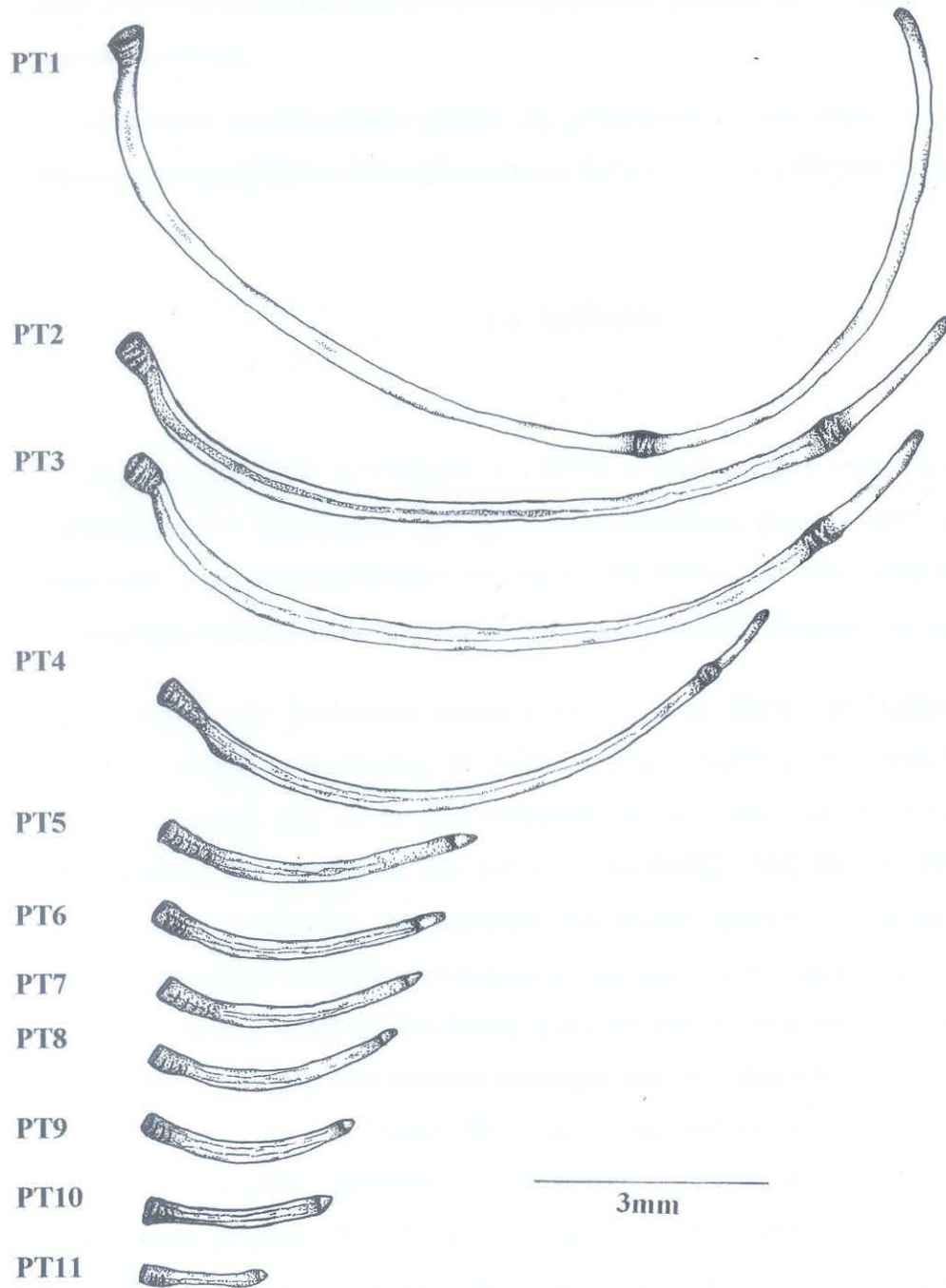


Figura 19 – Vista lateral das costelas dorsais pós-torácicas de *Liolaemus arambarensis*

3.2.4. REGIÃO SACRAL

Em *Liolaemus arambarensis*, as costelas desta região, as quais suportam o íleo da cintura pélvica, fusionam-se com as vértebras sacrais, formando o que é frequentemente chamado de processo transverso. Segundo HOFFSTETTER & GASC (1969), este termo é atualmente ambíguo, por subentender-se um processo vertebral e não uma costela fusionada. Por esta razão, prefere-se usar o termo **pleurapófise** para designar uma costela fusionada, a qual é embriologicamente distinta da vértebra (costelas sacrais, costelas caudais).

Liolaemus arambarensis possui as pleurapófises das duas vértebras sacrais fortemente expandidas e fusionadas entre si por suas porções distais (Figuras 15 e 16).

3.3. ESTERNO

Segundo ROMER & PARSONS (1977) o esterno de muitos répteis localiza-se ventralmente, é usualmente cartilaginoso, e articula-se anteriormente com a cintura escapular, e posterolateralmente conecta-se, em ambos os lados, com as terminações ventrais das costelas torácicas para formar um completo fechamento da região torácica.

O esterno de *Liolaemus arambarensis* é uma placa cartilaginosa calcificada, localizada médio-ventralmente, possuindo forma sub-pentagonal. Seus bordos ântero-laterais possuem um sulco que acomoda os epicoracóides da cintura escapular, permitindo a movimentação dos membros anteriores. Nos bordos esternais existem reentrâncias e saliências. Às saliências dos bordos póstero-laterais articulam-se três pares de costelas esternais cartilaginosas, as quais unem-se a suas correspondentes ósseas da coluna vertebral. Do bordo posterior partem duas barras xifisternais que se bifurcam em dois pares de costelas cartilaginosas, as quais também unem-se a costelas ósseas correspondentes (Figura 18). Quando recém-nascido, *Liolaemus arambarensis* apresenta o esterno totalmente cartilaginoso, o qual se calcifica gradualmente até a idade adulta (Figuras 20 e 21). Foram analisados sete esternos: um de recém-nascido e seis de adultos. Em relação à **fontanela esternal**, o recém-nascido apresentou-a fragmentada, sendo o orifício anterior maior, mais alongado e oval, e o orifício posterior mais arredondado e bem menor, ambos cobertos por uma lâmina cartilaginosa mais fina

do que a lâmina esternal. Entre os indivíduos adultos analisados, verificou-se a presença de fontanela em dois deles, sendo os outros quatro totalmente fechados. A fontanela de um dos indivíduos adultos é única e apresenta-se como um orifício não coberto por cartilagem, possui formato oval, e apresenta uma pequena reentrância logo abaixo da interclavícula. Já no outro indivíduo adulto, a mesma apresentou-se grande e única como uma área de cartilagem não calcificada, também coberta por uma lâmina de cartilagem mais fina do que a lâmina esternal.

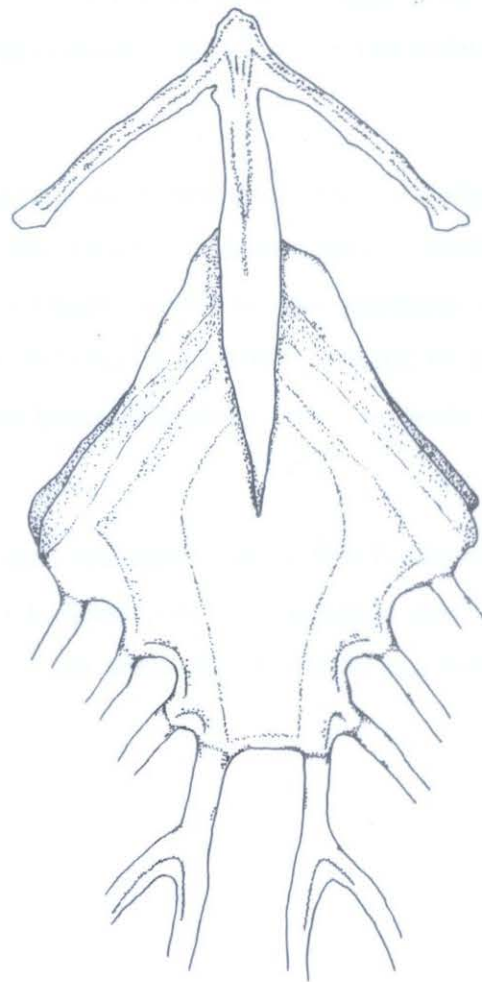
As diferenças apresentadas pelos exemplares analisados quanto à presença ou ausência de fontanelas, número, tamanho ou formato destas, talvez possam ser explicadas por variações de caráter intraespecífico.

Sobreposta ventralmente ao esterno encontra-se uma **interclavícula** curta em forma de seta, a qual se estende, aproximadamente, até a linha mediana do esterno, um pouco antes da articulação da primeira costela.

Segundo a descrição acima pode-se verificar que *Liolaemus arambarensis* apresenta o esterno semelhante a *Liolaemus occipitalis*, descrito por KELLER (1984).

Fazendo-se uma análise comparativa da interclavícula e da fontanela esternal de *Liolaemus arambarensis* com as demais espécies do grupo “*wiegmannii*” descritas por ETHERIDGE (2000) verificou-se algumas semelhanças e diferenças. *Liolaemus arambarensis* apresenta uma interclavícula curta, semelhante à de *L. multimaculatus*, *L. occipitalis*, *L. riojanus* e *L. scapularis*. Mas difere de *L. lutzae*, que possui interclavícula estendida usualmente até a articulação da segunda costela esternal, de *L. salinicola*, que a apresenta curta ou longa, e de *L. wiegmannii*, que a apresenta usualmente longa.

Segundo ETHERIDGE (2000) a fontanela esternal é altamente variável dentro do grupo “*wiegmannii*”: *L. lutzae* e *L. wiegmannii* apresentam-na única e grande; *L. multimaculatus* e *L. riojanus* apresentam-na dupla, tripla ou ausente; *L. occipitalis* apresenta-a fragmentada; *L. salinicola* e *L. scapularis* apresentam-na pequena ou fragmentada. Já em *Liolaemus arambarensis* observou-se, após análise dos sete esternos, que a fontanela pode ser única, fragmentada ou ausente.



3mm

Figura 20 – Vista ventral do esterno de recém-nascido de *Liolaemus arambarensis*

Figura 21 – Vista ventral do esterno de adulto de *Liolaemus arambarensis*

3.4. ENTERRANDO-SE NA AREIA

O mergulho na areia solta em lagartos pode ter se originado como uma adaptação para o escape de predadores e/ou como uma adaptação para ocultamento ao final de seus períodos de atividade (HALLOY; ETHERIDGE & BURGHARDT, 1998).

Algumas espécies de lagartos da América do Sul, do gênero *Liolaemus*, submergem-se na areia ao finalizarem suas atividades diurnas. Dentro deste gênero, quase todas as espécies do grupo *Boulengeri* exibem este comportamento (HALLOY; ETHERIDGE & BURGHARDT, 1998).

Em seu recente trabalho de revisão dos lagartos do gênero *Liolaemus*, do grupo "*wiegmannii*", ETHERIDGE (2000), diz que dos caracteres usados para a análise parcimoniosa, 26, ou 65%, exibem um ou mais estados derivados que poderiam ser interpretados como facilitadores da vida sobre ou debaixo da areia solta. Destes, os que fazem parte do esqueleto axial são: processo interclavicular mediano e curto, e perda ou redução da fontanela esternal.

A respiração subterrânea não tem sido observada em lagartos do gênero *Liolaemus*, mas contrações verticais e expansão da região torácica pode ser facilitada por um esterno mais largo, perda da fontanela esternal, e um encurtamento da interclavícula (ETHERIDGE, 2000).

4. CONSIDERAÇÕES FINAIS

Neste estudo apresentou-se a descrição de parte do esqueleto axial de *Liolaemus arambarensis*, uma espécie nova para o Rio Grande do Sul e possivelmente endêmica. Futuramente dar-se-á continuidade ao estudo do esqueleto desta espécie a fim de que se obtenham dados completos sobre sua estrutura esquelética. Estas informações serão de grande importância, tanto na análise das adaptações deste lagarto aos ambientes de substrato arenoso, já que esta espécie é exclusiva do habitat de restingas da Laguna dos Patos, quanto na análise das relações filogenéticas com outros integrantes do grupo "*wiegmannii*".

5. REFERÊNCIAS BIBLIOGRÁFICAS

- CAILLIET, G. M.; LOVE, M. S. & EBELING, A. W., 1986. **FISHES: A Field and Laboratory Manual on Their Structure, Identification, and Natural History**. Library of Congress Cataloging in Publication Data, EUA. Chapter 3: Osteology of Bony Fishes. P. 28-40.
- COPE, E. D. 1892. The osteology of Lacertilia. **Proc. Amer. Philos. Soc.**, **30 (138)**: 185-222.
- ETHERIDGE, R. 1960. **The Relationships of The Anoles (Reptilia: Sauria: Iguanidae): an Interpretation Based on Skeletal Morphology**. Tese de Doutorado, Universidade de Michigan. 236 pp.
- ETHERIDGE, R. 1995. Redescription of *Ctenoblepharys adspersa* Tschudi, 1845, and the Taxonomy of Liolaeminae (Reptilia: Squamata: Tropicuridae). **American Museum of Natural History, Novitates**, **3142**: 1-34.
- ETHERIDGE, R. 2000. A review of lizards of the *Liolaemus wiegmannii* group (Squamata, Iguania, Tropicuridae), and a history of morphological change in the sand-dwelling species. **Herpetological Monographs**, **14**: 293-352.
- FROST, D. R. & ETHERIDGE, R. 1989. A Phylogenetic Analysis and Taxonomy of Iguanian Lizards (Reptilia: Squamata). **The University of Kansas, Museum of Natural History, Miscellaneous Publication**, **81**: 1-65.
- GASC, J. P. "Vertebrae and Ribs of Modern Reptiles" *In*: GANS, C. 1969. **Biology of the Reptilia**. London: Academic Press. vol. 1, cap. 5, p. 201-310
- HALLOY, M.; ETHERIDGE, R. & BURGHARDT, G. M. 1998. To bury in the sand: phylogenetic relationships among lizard species of the *boulengeri* group, *Liolaemus* (Reptilia: Squamata: Tropicuridae), based on behavioral characters. **Herpetological Monographs**, **12**: 1-37.
- HOFSTETTER, R. & GASC, J. P. "Vertebrae and Ribs of Modern Reptiles" *In*: GANS, C. 1969. **Biology of the Reptilia**. London: Academic Press. vol. 1, cap. 5, p. 201-310

- KELLER, C. 1984. **Osteologia Apendicular de *Liolaemus occipitalis* BOULENGER, 1885 (Sauria, Iguanidae)**. Dissertação de Bacharelado em Ciências Biológicas - Ênfase em Zoologia, da Universidade Federal do Rio Grande do Sul.
- KRAUSE, L. 1978. Osteologia Pós-Craniana de *Tupinambis teguixin* (L., 1758) *SENSU* BOULENGER, 1885. Parte I: Esqueleto Axial (Vértebras e Costelas) (Lacertilia, Scincomorpha, Teiidae). **Revista Brasileira de Biologia**, **38** (2): 481-499.
- LEMA, T. de 1994. Lista comentada dos répteis ocorrentes no Rio Grande do Sul, Brasil. **Comunicações do Museu de Ciências e Tecnologia da Pontifícia Universidade Católica do Rio Grande do Sul**, Série Zoologia, **7**: 41-150.
- LOBO, F.; ABDALA, F. & SCROCCHI, G. J. 1995. Desarrollo del Esqueleto de *Liolaemus scapularis* (Iguania: Tropiduridae). **Boll. Mus. reg. Sci. nat. Torino**, **13** (1): 77-104.
- PETERS, J. A. & DONOSO-BARROS, R. 1970. **Catalogue of the neotropical squamata**. Part II - Lizards and Amphisbaenians. Smithsonian Institution Press, Washington, D.C., U.S.A.
- ROMER, A. S. 1956. **Osteology of the Reptiles**. The University of Chicago Press., Chicago. 772 pp.
- ROMER, A. S. & PARSONS, T. S. 1977. **The Vertebrate Body**. 5ª edição. W. B. Saunders Company. 624 pp.
- VERONESE, L. B. 1993. **Osteologia Comparada do Pós-Crânio dos Lagartos Teiídeos: Esqueleto Pré-Sacral e Sacral. (Sauria, Scincomorpha, Teiidae)**. Dissertação de Bacharelado em Ciências Biológicas - Ênfase em Zoologia, da Universidade Federal do Rio Grande do Sul.
- VERONESE, L. B. & KRAUSE, L. 1997. Esqueleto Pré-Sacral e Sacral dos Lagartos Teiídeos (Squamata, Teiidae). **Revista brasileira de Zoologia** **14** (1): 15-34.
- VERRASTRO, L. 2001. **Descrição, estratégias reprodutiva e alimentar de uma nova espécie do gênero *Liolaemus* no Estado do Rio Grande do Sul, Brasil. (Iguania: Tropiduridae)**. Tese de Doutorado em Ecologia e Recursos Naturais da Universidade Federal de São Carlos. 223 p.

VERRASTRO, L.; VERONESE, L.; BUJES, C. S. & MARTINS DIAS FILHO, M.
2003. A new species of *Liolaemus* from southern Brazil (IGUANIA,
TROPIDURIDAE). *Herpetologica*, 59(1): 252-277.