



Universidade Federal do Rio Grande
Instituto de Ciências Biológicas
Pós-graduação em Biologia de
Ambientes Aquáticos Continentais



**Ecologia alimentar das serpentes semi-aquáticas
Erythrolamprus jaegeri jaegeri (Günther, 1858) e
Erythrolamprus poecilogyrus sublineatus (Cope,
1860) (Serpentes, Dipsadidae) na região costeira do
extremo sul do Brasil.**

Daniele Nieldsberg Corrêa

Orientador: Daniel Loebmann

Rio Grande
2014



Universidade Federal do Rio Grande
Instituto de Ciências Biológicas
Pós-graduação em Biologia de Ambientes
Aquáticos Continentais



Ecologia alimentar das serpentes semi-aquáticas *Erythrolamprus jaegeri jaegeri* (Günter, 1858) e *Erythrolamprus poecilogyrus sublineatus* (Cope, 1860) (Serpentes, Dipsadidae) na região costeira do extremo sul do Brasil.

Aluno: Daniele Nieldsberg Corrêa

Orientador: Daniel Loebmann

Dissertação apresentada ao Programa de Pós-graduação em Biologia de Ambientes Aquáticos Continentais como requisito parcial para a obtenção do título de Mestre em Biologia de Ambientes Aquáticos Continentais.

Rio Grande
2014

Dedico este trabalho à minha família
pelo amor e apoio incondicional.

AGRADECIMENTOS

A Deus, pela energia pra chegar até aqui;

Ao meu orientador Daniel, pela oportunidade e por toda paciência;

Ao laboratório de Vertebrados da FURG, por garantir a realização deste trabalho;

Aos novos amigos que esse PPG me proporcionou e aos “velhos” que se fortaleceram;

As velhas amigas, que sempre me deram muita força nesse processo;

A minha querida amiga Ana, que foi indispensável para que eu chegasse até aqui. Palavras não podem descrever o quanto sou grata e feliz por contar contigo;

A minha especial amiga Brisa, por todo apoio e compartilhamento de alegrias e tristezas nesse período. Não sei como seria sem tua parceria;

A todos aqueles que de alguma forma contribuíram com esse trabalho, direta ou indiretamente;

E principalmente, a minha família, por acreditar sempre em mim.

RESUMO

Predadores exclusivamente carnívoros, as serpentes alimentam-se de presas variadas e ocupam diferentes hábitats. As adaptações evolutivas conferidas aos ofídios permitiram o desenvolvimento de múltiplos mecanismos de percepção da presa, modo de captura e estratégias que permitem a ingestão de presas bem maiores que seu próprio tamanho. *Erythrolamprus jaegeri* e *Erythrolamprus poecilogyrus sublineatus* são serpentes semi-aquáticas que ocorrem em simpatria no extremo sul do Brasil. O presente estudo teve como objetivo analisar a composição da dieta dessas duas espécies e, mediante contrastes, investigar os fatores associados a essas diferenças. Para isso, foram utilizados exemplares provenientes da região de estudo, depositados em coleção Herpetológica da FURG (CHFURG). Os itens alimentares foram coletados, identificados ao menor nível taxonômico possível e medidos. Adicionalmente, todas as serpentes tiveram estruturas do corpo e da cabeça mensurados. Os itens alimentares foram analisados segundo métodos qualitativos e quantitativos como Frequência de Ocorrência (FO%), Abundância Numérica (N%), Análise Gravimétrica (P%) e Índice de Importância Relativa (IRI). Os itens mais importantes para ambas as espécies foram os anuros. Diferenças na composição da dieta e o índice de Levins indicaram um caráter especialista para *E. j. jaegeri* e generalista para *E. p. sublineatus*. *E. p. sublineatus* é estatisticamente maior do que *E. j. jaegeri* e se alimenta de itens maiores. Segundo as análises de regressão, as estruturas da cabeça parecem não interferir no tamanho das presas selecionadas, enquanto isso foi observada correlação positiva entre o comprimento e o peso de predadores e presas para as duas espécies. Os resultados indicaram que, apesar de simpátricas, a composição alimentar das espécies diverge segundo dois parâmetros: o tamanho do corpo do predador que está associado ao tamanho das presas selecionadas e a diferente amplitude de nicho de cada espécie, ambos permitindo que os recursos utilizados variem entre as espécies, diminuindo a competição e possibilitando a coexistência.

Palavras-chave: dieta; ofídios; presas; tamanho; nicho

ABSTRACT

Exclusively carnivorous predators, snakes feed on various prey and occupy different habitats. The evolutionary adaptations conferred on snakes allows the development of multiple mechanisms that are the perception of the prey, capture mode and strategies that allow the ingestion of larger prey. *Erythrolamprus jaegeri jaegeri* and *Erythrolamprus poecilogyrus sublineatus* are semi-aquatic snakes which live on the extreme southern Brazil. This study aimed to compare the diet of these two species and also investigate the factors associated with these differences. To performes this study we use specimens from Herpetological Collection from FURG (CHFURG). Food items were collected, identified and measured, including snakes that had injured body structures. Food items were analyzed according to the qualitative and quantitative methods as Frequency of Occurrence (FO%), Numerical abundance (% N), Gravimetric Analysis (P%) and Index of Relative Importance (IRI). The most important prey for both species were anurans. The comparison of differences in the diet and the Levins index indicated that *E. j. jaegeri* is specialist and *E. p. sublineatus* is generalist. The bar graphs to the length and weight of the predators and prey showed that *E. p. sublineatus* is statistically larger than *E. j. jaegeri* and prey on larger animals. According the regressions analysis, the structures of the head do not seem to interfere with the size of the selected prey, meanwhile positive correlation was observed between the length and weight of predators and prey for both species. Results indicated that although sympatric, food species composition differs according to two parameters: the body size of the predator that is associated with the size of the selected prey and different range of each species niche, allowing both the resources used to vary between species, reducing competition and allowing coexistence.

Key-words: diet, ophidians, prey, size, niche.

SUMÁRIO

LISTA DE FIGURAS.....	viii
LISTA DE TABELAS	ix
INTRODUÇÃO GERAL.....	10
REFERÊNCIAS BIBLIOGRÁFICAS.....	15
CAPÍTULO I	19
ABSTRACT.....	20
INTRODUÇÃO.....	21
METODOLOGIA.....	22
<i>Área de Estudo</i>	22
<i>Coleta de Dados</i>	22
<i>Análise de Dados</i>	23
RESULTADOS.....	24
DISCUSSÃO.....	26
<i>Composição Alimentar</i>	26
<i>Amplitude de Nicho</i>	30
<i>Seleção de Presas</i>	31
CONCLUSÃO.....	33
RESUMO.....	34
REFERÊNCIAS BIBLIOGRÁFICAS.....	34
ANEXOS.....	41
Anexo 1.....	41
Tabela 1.....	43
Tabela 2.....	44
Tabela 3.....	45
Tabela 4.....	46
Tabela 5.....	46
Figura 1	47
Figura 2	47
Figura 3	48
Figura 4	48
Figura 5	49
Figura 6	49
Figura 7	50
Figura 8	50
Figura 9	51
Figura 10.....	51

LISTA DE FIGURAS

Figura 1. Médias de peso (em g) das serpentes de *Erythrolamprus jaegeri jaegeri* e *Erythrolamprus poecilogyrus sublineatus* neste estudo.

Figura 2. Médias de comprimento rostro-cloacal (CRC) (em mm) das serpentes de *Erythrolamprus jaegeri jaegeri* e *Erythrolamprus poecilogyrus sublineatus* neste estudo.

Figura 3. Médias de peso (em gramas) das presas encontradas no trato digestório de *Erythrolamprus jaegeri jaegeri* e *Erythrolamprus poecilogyrus sublineatus* neste estudo.

Figura 4. Médias de comprimento total (em mm) das presas encontradas no trato digestório de *Erythrolamprus jaegeri jaegeri* e *Erythrolamprus poecilogyrus sublineatus*.

Figura 5. Regressão linear para o peso das presas em função do peso dos predadores em *Erythrolamprus jaegeri jaegeri*. O nível de significância foi $p < 0.05$.

Figura 6. Regressão linear para o comprimento total das presas (CT) em função do comprimento rostro-cloacal (CRC) dos predadores em *Erythrolamprus jaegeri jaegeri*. O nível de significância foi $p < 0.05$.

Figura 7. Regressão linear para o peso das presas em função do peso dos predadores em *Erythrolamprus poecilogyrus sublineatus*. O nível de significância foi $p < 0.05$.

Figura 8. Regressão linear para o comprimento total das presas (CT) em função do comprimento rostro-cloacal (CRC) dos predadores *Erythrolamprus poecilogyrus sublineatus*. O nível de significância foi $p < 0.05$.

Figura 9. Modelos gerados pela regressão stepwise, utilizando o comprimento total das presas como variável resposta e o as medidas da cabeça de *E. j. jaegeri* como variáveis explicativas.

Figura 10. Modelos gerados pela regressão stepwise, utilizando o comprimento total das presas como variável resposta e o as medidas da cabeça de *E. p. sublineatus* como variáveis explicativas.

LISTA DE TABELAS

Tabela 1. Lista dos itens alimentares e sua respectiva abundância observada na dieta das espécies de *Erythrolamprus*.

Tabela 2. Abundância numérica (N%), Análise Gravimétrica (P%), Frequência de Ocorrência (FO%) e Índice de Importância Alimentar (IRI) das espécies de presas registradas no trato digestório de *Erythrolamprus jaegeri jaegeri*. Os itens alimentares são listados em ordem crescente de abundância.

Tabela 3. Abundância numérica (N%), Análise Gravimétrica (P%), Frequência de Ocorrência (FO%) e Índice de Importância Alimentar (IRI) das espécies de presas registradas no trato digestório de *Erythrolamprus poecilogyrus sublineatus*. Os itens alimentares são listados em ordem crescente de abundância.

Tabela 4. Comprimento rostro-cloacal (CRC) dos exemplares de *Erythrolamprus jaegeri jaegeri*, comprimento total das presas (CT), razão CT/CRC em ordem crescente e sentido de ingestão das presas.

Tabela 5. Comprimento rostro-cloacal (CRC) dos exemplares de *Erythrolamprus poecilogyrus sublineatus*, comprimento total das presas (CT), razão CT/CRC em ordem crescente e sentido de ingestão das presas.

INTRODUÇÃO GERAL

Uma das formas de aprimorar o conhecimento dos processos que atuam na dinâmica de um ecossistema é através de estudos sobre a ecologia alimentar dos animais que nele habitam. Assim, é possível conhecer a biologia dessas espécies, além de identificar a função de cada predador nesse sistema (Carreira-Vidal 2002).

Dentre os organismos carnívoros que se alimentam dos mais variados itens estão as serpentes, que consomem desde moluscos até mamíferos (Greene 1997). Um fator associado a esse aspecto é a ocupação de diferentes ambientes: podem ser observados ofídios de hábito terrestre, arborícola, fossorial, semi-aquático e aquático (Quintela e Loebmann 2009; Fraga *et al.* 2013). Tal versatilidade nesse grupo evidencia o desenvolvimento de uma variedade de mecanismos e adaptações bem sucedidos, principalmente para o forrageamento (Pough *et al.* 2008). Aspectos relacionados com a capacidade de detecção, captura, manuseio e ingestão de presas também estão envolvidos e são determinantes para uma predação efetiva (Burghardt e Krause 1999).

A percepção da presa pode ocorrer devido a diferentes mecanismos como visão, quimiorrecepção e termo-orientação. A quimiorrecepção, presente em todos os ofídios, é resultado da captação de partículas existentes no ar pela língua bífida do animal, que posteriormente são transferidas ao órgão de Jacobson, responsável por processar a informação do ambiente (neste caso, a presença da presa). A visão, apesar de não ser muito desenvolvida em todos os grupos, é útil em caçadores de hábito diurno e serpentes arborícolas. Enquanto a termo-orientação, é característica de víboras de hábito noturno e permite, através das fossetas loreais, a percepção da radiação ultravioleta e a localização de presas de temperatura maior que a da serpente (Greene 1997; Pough *et al.* 2008; Fraga *et al.* 2013).

O modo de captura de presas também é variável. O mais comum entre as espécies é o bote, em que a presa é mordida e empurrada ao trato digestório da serpente através da dentição orientada para trás e pelos movimentos de deglutição. Principalmente entre os exemplares da Família Boidae é observada a constricção, onde a serpente enrola-se na presa e inicia um processo de compressão, até que a presa seja morta por asfixia e possa ser engolida. Enquanto isso, os viperídeos e elapídeos, possuem dentição solenóglifa e proteróglifa, respectivamente, permitindo

que suas presas sejam mortas por envenenamento logo após a mordida (Greene 1997; Pough *et al.* 2008; Fraga *et al.* 2013).

As serpentes são predadores gape-limitados, ou seja, não conseguem dilacerar ou reduzir suas presas, tendo que, obrigatoriamente, consumi-las inteiras. Desse modo, o tamanho da cabeça e seus componentes ósseos, desempenham fator determinante para seleção de suas presas (King 2002).

. A capacidade de ingestão de presas grandes, maiores que o tamanho da própria serpente, é desenvolvida principalmente por estruturas do crânio que contribuem para um maior “gape” (abertura máxima da boca) (Greene 1997). Dentre essas adaptações podem ser citadas a união das pontas dos maxilares inferiores através de um ligamento frouxo elástico, ossos do focinho e palato conectados a caixa craniana de forma móvel, o quadrado ligado independentemente ao crânio e a mandíbula, todos estes permitindo uma maior distensão da boca. Além disso, apresentam dentes voltados para trás, dificultando a soltura da presa (Greene 1997; Pough *et al.* 2008).

Em contraponto, o tamanho do corpo da serpente também deve ser fator relevante na escolha do alimento. É indispensável que o predador saiba avaliar se o tamanho da presa será suportado pelo seu trato digestório. É fato que a musculatura bem desenvolvida dos ofídios permite uma maior distensão do corpo do animal (Greene 1997; Pough *et al.* 2008), e assim, a ingestão de presas grandes, porém não são incomuns os casos de serpentes, principalmente jovens, que acabam não conseguindo finalizar seu processo de digestão (Sazima e Martins 1990; Nogueira *et al.* 2013).

O erro de análise do tamanho da presa pode causar engasgamento ou aumento demasiado do tempo para completar o processo de digestão, tornando o predador mais vulnerável à predação nesse período, resultado da pouca mobilidade (Garland e Arnold 1983; Sazima e Martins 1990). Porém, a influência da ontogenia, confere maior eficácia na predação com o aumento da experiência (Yoerg 1994), diminuindo a ocorrência de casos como esse em indivíduos adultos.

Também, deve-se considerar que os hábitos alimentares podem divergir para uma mesma espécie por fatores geográficos, visto que os diferentes locais utilizados pela espécie podem ter diferentes distribuições de presas (Shine *et al.* 1998). Assim, um estudo sobre dieta com espécimes que habitam uma mesma região pode fornecer informações mais consistentes sobre sua ecologia alimentar.

Atualmente, existem 3.458 espécies de serpentes no mundo (Uetz e Hošek 2014), destas, 381 ocorrem no Brasil (Bérnils e Costa 2012). No país, a família Dipsadidae é formada por 49 gêneros, dentre eles, *Erythrolamprus* Boie, 1926 (*sensu* Grazziotin *et al.* 2012). Esse gênero tem ampla distribuição, podendo ocorrer da América Central até a América do Sul (Michaud e Dixon 1989; Dixon 1983) e no Brasil, são reconhecidas 35 espécies (Bérnils e Costa 2012).

O gênero *Erythrolamprus* que anteriormente, era formado apenas pelas “falsas corais”, hoje compreende também os antigos *Umbrivaga* Roze 1964 e *Liophis* Wagler 1830 (Grazziotin *et al.* 2012), este último ao qual pertenciam *Erythrolamprus jaegeri jaegeri* e *Erythrolamprus poecilogyrus sublineatus*, objetos do presente estudo. Essas duas espécies são consideradas semi-aquáticas e ocorrem em simpatria no extremo sul do Rio Grande do Sul, Brasil (Quintela e Loebmann 2009).

Erythrolamprus jaegeri pode ser encontrada no centro-oeste, sudeste e sul do Brasil até a Argentina, Paraguai e Uruguai (Di-Bernardo *et al.* 2007). O morfotipo estudado nesse trabalho, *Erythrolamprus jaegeri jaegeri* é observado no sul e sudeste do Brasil e Uruguai (Dixon 1989) (Figura 1). Os indivíduos apresentam uma coloração verde brilhante no dorso e uma linha vertebral marrom; o ventre é salmão. A dentição é áglifa e seus exemplares atingem, em média, 550 mm de comprimento total (Giraudó 2001). Essa espécie é frequentemente associadas a áreas cercadas de água ou em banhados, rios e arroios (Carreira *et al.* 2005), utilizando o ambiente para forrageamento ou até mesmo para dormir (Lema 2002). Esta serpente deposita ovos e tem reprodução sazonal (Frota 2005).



Figura 1. Espécime de *Erythrolamprus jaegeri jaegeri*. Foto: Daniel Loebmann

A dieta de *E. j. jaegeri* compreende peixes, anuros e lagartos (Quintela e Loebmann 2009). Apesar de demonstrar-se especialista em anuros (Lema 2002; Frota 2005; Sawaya *et al.* 2008), um estudo de comportamento alimentar realizado por Santos *et al.* (2010) sugere que os peixes possam representar importância significativa na dieta de *E. j. jaegeri*, devido à habilidade de forrageio demonstrada pela espécie em ambiente aquático sob condições experimentais. Outros itens já foram registrados de forma eventual em sua dieta como, por exemplo, insetos e larvas (Amaral 1933; Achaval e Olmos 2007).

Erythrolamprus poecilogyrus é encontrada no sudeste da Venezuela, Guiana ocidental, Paraguai, Bolívia, Argentina, Uruguai e Brasil (Dixon 1989; Dixon e Markezich 1992). *Erythrolamprus poecilogyrus sublineatus* (Figura 2) é um morfotipo distribuído na Argentina, Uruguai e no Rio Grande do Sul (Dixon e Markezich 1992). Indivíduos adultos possuem dorso verde com séries de manchas pretas e ventre com pontos dispersos, enquanto os juvenis apresentam um colar nugal preto que desaparece no decorrer do crescimento (Lema 2002). A dentição é áglifa e a serpente atinge em torno de 700 mm de comprimento total (Giraudó 2001).



Figura 2. Espécime de *Erythrolamprus poecilogyrus sublineatus*. Foto: Daniel Loebmann

Erythrolamprus p. sublineatus pode ser encontrada em diferentes locais devido sua agilidade tanto em ambiente terrestre como aquático, incluindo ambientes urbanizados (Carreira *et al.* 2005; Quintela e Loebmann 2009). Apresenta

reprodução sazonal e é ovípara (Maciel 2001). A dieta é composta principalmente por anuros, porém peixes, lagartos e roedores já foram observados (Achaval e Olmos 2007; Carreira *et al.* 2005; Quintela e Loebmann 2009).

Apesar da proximidade filogenética e simpatria observada entre *E. j. jaegeri* e *E. p. sublineatus*, há aspectos ecológicos relacionados ao nicho, definido como o conjunto de variáveis físicas e ambientais no espaço multidimensional (Hutchinson 1957), que as diferem. E é exatamente essa distinção que permite essa coocorrência (Ricklefs 2003). É possível que o grau de associação ao ambiente aquático para forrageamento varie entre essas espécies. Essa alternativa, segundo a Teoria do Nicho seria um mecanismo estabilizador, diminuindo a sobreposição deste entre as espécies. Outra possibilidade é o desenvolvimento de diferentes estratégias predatórias entre as espécies, surgindo como mecanismo equalizador, tornando uma espécie mais hábil a predação de um organismo que outra (Cadotte 2007).

Desse modo, a partir da análise da variação na composição da dieta dessas espécies, este estudo buscou investigar quais fatores podem estar associados a essas diferenças, sejam eles morfológicos (tamanho do corpo, da cabeça) ou ecológicos (estratégia alimentar). Para tal, foram utilizados animais depositados em coleção científica e provenientes de um mesmo local, haja visto que a composição alimentar pode variar com a ocupação geográfica do animal (Mushinsky 1987; Greene 1997). O uso desse tipo de material é um método já consolidado para estudos como este (Mushinsky 1987) e indica a importância de coleções na obtenção de informações acerca das espécies.

Aliás, a importância de coleções científicas deve ser destacada, considerando que a coleta destes ofídios em campo é bastante dificultava, seja pelo comportamento de fuga gerado na presença do coletor, principalmente em serpentes de hábito diurno (Martins e Oliveira 1998), seja pela alta agilidade característica dos espécimes de Dipsadidae e Colubridae (Marques 1998). Portanto, as coleções surgem como uma importante fonte de dados a partir dos espécimes depositados, permitindo sua utilização nas mais variadas linhas de estudo (Zaher e Young 2003).

As hipóteses propostas sugeriam que (a) não obstante a esperada sobreposição na utilização de recursos por *E. jaegeri* e *E. p. sublineatus*, esta última poderia ingerir presas maiores, considerando que quanto maior o predador, maior o tamanho das presas selecionadas (Shine 1991) e (b) embora apresentem simpatria, as duas espécies utilizariam diferentes recursos em função da ocupação de

microhabitats diferentes, esperando-se assim, um maior número de itens de origem aquática na dieta de *E. j. jaegeri*, visto que esta é constantemente encontrada próximo a áreas alagadas (Lema 2002; Quintela e Loebmann 2009).

REFERÊNCIAS BIBLIOGRÁFICAS

ACHAVAL F E OLMOS, A. 2007. Anfíbios y Reptiles Del Uruguay. 3ª edição. Montevideo: Editora Graphis, 160p.

AMARAL F. 1933. Mecanismo e gênero de alimentação das serpentes do Brasil. Boletim Biológico 1(1): 2-4.

BÉRNILS R S E H C COSTA (org.). 2012. Répteis brasileiros: Lista de espécies. Versão 2012.1. Disponível em <http://www.sbherpetologia.org.br/>. Sociedade Brasileira de Herpetologia. Acesso em: 18 de abril de 2014.

BURGHARDT G M E KRAUSE M A. 1999. Plasticity of foraging behavior in garter snakes (*Thamnophis sirtalis*) reared on different diets. Journal of Comparative Psychology 113(3): 277-285.

CADOTTE M W. 2007. Cocurrent niche and neutral processes in the competition-colonization model of species coexistence. Proceedings of the Royal Society B: Biological Sciences 274: 2739-2744.

CARREIRA-VIDAL S. 2002. Alimentación de los ofidios de Uruguay. Monografía de Herpetología, volume 6, FAURA A M; CABRERA G A L (eds.), Barcelona: Asociación Herpetológica Española, 127 p.

CARREIRA S, MENEGHEL M E ACHAVAL F. 2005. *Reptiles de Uruguay*. Montevideo: DI. RAC, Faculdade de Ciências Ed., 637 p.

DI-BERNARDO M, BORGES-MARTINS M, OLIVEIRA R B E PONTES G. M. F. 2007. Taxocenoses de serpentes de regiões temperadas do Brasil. In: NASCIMENTO L B E OLIVEIRA M E. (Eds.). Herpetologia no Brasil II. Belo Horizonte: Sociedade Brasileira de Herpetologia 222-263.

DIXON J R. 1983. Taxonomic status of the south American Snakes *Liophis miliaris*, *L. amazonicus*, *L. chrysostomus*, *L. mossoroensis* and *L. purpurans* (Colubridae: Serpentes). Copeia (3): 791-802.

DIXON J R. 1989. Key and checklist to the neotropical snake genus *Liophis* with country list and map. Smithsonian Herpetological information Service 79: 1-40.

- DIXON J R E MARKEZICK A L. 1992. Taxonomy and geographic variation of *Liophis poecilogyrus* (Wied) from South America (Serpentes: Colubridae). *Texas Journal of Science* 44(2): 131-166.
- FRAGA R DE, LIMA A P, PRUDENTE A L C E MAGNUSSON W E. 2013. Guia de Cobras da Região de Manaus – Amazônia Central. Manaus: Editora INPA, 303 p.
- FROTA J G. 2005. Biologia reprodutiva e dieta de *Liophis jaegeri jaegeri* (Guther, 1858) (Serpentes, Colubridae, Xenodontinae). Dissertação de mestrado, Pontifícia Universidade Católica do Rio Grande do Sul, Porto Alegre, 43 p.
- GARLAND JR T E ARNOLD S J. 1983. The effect of a full stomach on locomotory performance of juvenile garter snakes (*Thamnophis elegans*). *Copeia* 1983: 1092-1096.
- GIRAUDO A. 2001. Serpientes de la Selva Paranaense y del Chaco Húmedo. Buenos Aires: L. O. L. A, 328 p.
- GRAZZIOTIN F G, ZAHER H, MURPHY R W, SCROCCHI G, BENAVIDES M A, ZHANG Y P E BONATTO S L. 2012. Molecular phylogeny of the New World Dipsadidae (Serpentes: Colubroidea): a reappraisal. *Cladistics* 1(2012): 1–23.
- GREENE H W G. 1997. Snakes, the evolution of mystery in nature. Berkeley: University of California Press, 366 p.
- HUTCHINSON G E. 1957. Concluding remarks. *Cold Spring Harbor Symposium of Quantitative Biology* 22: 415-427.
- KING R B. 2002. Predicted and observed maximum prey size – snake size allometry. *Functional ecology* 16: 766-772
- LEMA T de. 2002. Os Répteis do Rio Grande do Sul: atuais e fósseis, biogeografia e ofidismo. Porto Alegre: Edipucrs, 264 p.
- MACIEL A P. 2001. *Ecologia e História Natural da "Cobra-do-capim" Liophis poecilogyrus* (Serpentes: Colubridae) no Litoral Norte do Rio Grande do Sul, Brasil. Dissertação de Mestrado, UFRGS, Porto Alegre, 88 p.
- MARQUES O A V. 1998. Composição Faunística, história natural e ecologia de serpentes da Mata Atlântica, na região da estação Ecológica Juréia-Itatins, São Paulo, SP. Tese de Doutorado, USP. São Paulo, 135 p.
- MARTINS M E OLIVEIRA E M. 1998. Natural history of snakes in forests of the Manaus region, Central Amazonia, Brazil. *Herpetological Natural History* 6(2): 78-150.

- MICHAUD E J E DIXON J R. 1989. Prey items of 20 species of the neotropical colubrid snake genus *Liophis*. *Herpetological Review* 20: 39-41.
- MUSHINSKY H R. 1987. Foraging ecology, p. 302-334. In: SEIGEL R A, COLLINS J T E NOVAK S S (Eds), *Snakes: Ecology and Evolutionary Biology*, New York: McGraw-Hill Publishing Co., 529 p.
- NOGUEIRA C H O, FIGUEIREDO-DE-ANDRADE C A E FREITAS N N. 2013: Death of a juvenile snake *Oxyrhopus petolarius* (Linnaeus, 1758) after eating an adult house gecko *Hemidactylus mabouia* (Moreau de Jonnès, 1818). *Herpetology Notes* 6: 39-43.
- POUGH F H, JANIS C M E HEISER J B. 2008. *A vida dos Vertebrados*, 4ª edição, São Paulo: Editora Atheneu, 750 p.
- QUINTELA F E LOEBMANN D. 2009. *Guia Ilustrado: Os répteis da região costeira do extremo sul do Brasil*, Pelotas: USEB, 88 p.
- RICKLEFS R E. 2003. *A economia da natureza*, 5ª edição, Rio de Janeiro: Guanabara Koogan, 503 p.
- SANTOS M B, HUCKEMBECK S, BERGMANN F B E TOZETTI A M. 2010. Aquatic feeding behavior of *Liophis jaegeri* (Günther 1858) (Serpentes, Dipsadidae) in captivity. *Biota Neotropica* 10(4): 343-346.
- SAWAYA R J, MARQUES O A V E MARTINS M. 2008. Composition and natural history of a Cerrado snake assemblage at Itirapina, São Paulo state, southeastern Brazil. *Biota Neotropica* 8(2): 129-151.
- SAZIMA J E MARTINS M. 1990. Presas grandes e serpentes jovens: quando os olhos são maiores que a boca. *Memórias do Instituto Butantan* 52(3): 73-79.
- SHINE R. 1991. Why do Larger Snakes Eat Larger Prey Items? *Functional Ecology* 5: 493-502.
- SHINE R, BRANCH W R, HARLOW P S E WEBB J K. 1998. Reproductive biology and food habits of horned adders, *Bitis caudalis* (Viperidae) from southern Africa. *Copeia* 1998: 391-401.
- UETZ P E HOŠEK J. 2014. The Reptile Database. Disponível em <http://www.reptile-database.org>. Acesso em: 02 de Agosto de 2014.
- YOERG S I. 1994. Development of foraging behaviour in the Eurasian dipper, *Cinclus cinclus*, from fledging until dispersal. *Animal Behaviour* 47: 577-588.
- ZAHER H E YOUNG P S. 2003. As coleções ecológicas brasileiras: panomara e desafios. *Cienc. Cult.* 55(3): 24-26.

CAPÍTULO 1

Ecologia alimentar de *Erythrolamprus jaegeri jaegeri* (Günter, 1858) e *Erythrolamprus poecilogyrus sublineatus* (Cope, 1860) (Serpentes, Dipsadidae) na região costeira do extremo sul do Brasil

Manuscrito a ser submetido para a revista Anais da Academia Brasileira de Ciências

ABSTRACT

The green snakes species *Erythrolamprus jaegeri jaegeri* and *Erythrolamprus poecilogyrus sublineatus* are sympatric and syntopic in the coastal region of southern Brazil. The present study investigated aspects of the diet of these species. A total of 192 specimens were examined and demonstrated that both species have habit of consuming predominantly anurans, but the diet of *E. j. jaegeri* consists of fish and amphibians, while *E. p. sublineatus* is broader and consists of fish, amphibians, reptiles and mammals. The variation in niche amplitude was proven according to the Index of standardized Levis, with values $BA = 0.17$ for *E. j. jaegeri*, evidencing the specialist strategy and $BA = 0.61$ for *E. p. sublineatus*, a generalist strategy. Regarding the morphology of prey, the data indicated that *E. p. sublineatus* is larger and feeds on larger items. In addition, positive correlations between size and weight of predators and prey to both species were confirmed. The results show the development of different mechanisms for co-occurrence of the two species as prey selection by size, so the size of the predator is related to the size of their prey; or by developing different strategies to decrease niche overlap between species.

INTRODUÇÃO

O nicho ecológico, tido como o conjunto de variáveis físicas e ambientais no espaço multidimensional (Hutchinson 1957), apresenta três dimensões: nicho espacial, nicho alimentar e nicho temporal (Pianka 1982). Para serpentes, o alimento é uma das dimensões mais importantes, podendo influenciar no uso de hábitat, seu comportamento alimentar e, também, no período de atividade (Toft 1985).

Predadores especializados dos mais variados itens, as serpentes consomem desde pequenos invertebrados até vertebrados (Mushinsky 1987; Greene 1997). Isso é possível devido o desenvolvimento de mecanismos que conferiram sucesso para esse grupo de animais (Pough *et al.* 2008). Adaptações morfológicas no crânio e na musculatura que permitem a ingestão de presas maiores que o próprio animal (Pough *et al.* 2008; Greene 1997), diferentes modos de detecção (quimiorrecepção, visão e termorientação) e subjugação de presas (bote, constrictão e envenenamento) (Greene 1997; Burghardt e Krause 1999; Pough *et al.* 2008; Fraga *et al.* 2013), a ocupação de diferentes habitats (Quintela e Loebmann 2009; Fraga *et al.* 2013), entre outros, são fatores que justificam o êxito dos ofídios para o forrageamento (Greene, 1997).

Erythrolamprus jaegeri jaegeri e *Erythrolamprus poecilogyrus sublineatus* são serpentes simpátricas e de hábito semi-aquático, encontradas no extremo sul do Brasil (Quintela e Loebmann 2009). *Erythrolamprus j. jaegeri* pode alcançar cerca de 55 cm de comprimento total (Giraudó 2001), habita o sul e sudeste do Brasil e Uruguai (Dixon 1989) e pode ser encontrada principalmente associada a áreas alagadas (Carreira *et al.* 2005; Quintela e Loebmann 2009), visto que utiliza corpos d'água para forrageamento e para dormir (Lema, 2002). Para isso, a espécie apresenta adaptações para o forrageamento aquático, como um vestíbulo que protege da entrada de água na cavidade nasal e fenestra narina em posição dorsal (Schmitt e Deiques 2009).

Erythrolamprus p. sublineatus atinge até 70 cm (Giraudó 2001), distribui-se na Argentina, Uruguai e no Rio Grande do Sul (Dixon e Markezick 1992), habitando os mais variados locais, dentre eles campos, matas, áreas úmidas e ambientes urbanizados (Carreira *et al.* 2005; Quintela e Loebmann 2009).

Segundo Darwin (1859), a competição entre espécies do mesmo gênero é mais forte, devido ao compartilhamento de características entre elas, o que envolve

hábitos e uso de recursos semelhantes. Assim, surge a necessidade do desenvolvimento de diferentes estratégias pelas espécies filogeneticamente próximas, de modo a diminuir a disputa por recursos, facilitando a coocorrência em um mesmo ambiente (Pianka 1973). O modo como as espécies compartilham os recursos é quantificado pela amplitude e sobreposição de nichos (Hurlbert 1978).

Mediante a simpatria dessas duas espécies da região costeira do extremo sul do Brasil, foram investigados a dieta, os fatores que afetam sua composição e os mecanismos que permitem a coocorrência dessas espécies. Ainda, buscou-se responder a duas questões: (1) Por ser maior, *E. p. sublineatus* alimenta-se de presa maior, visto que predadores maiores consomem maiores presas (Shine 1991)? e, (2) Considerando sua forte associação a ambientes alagados (Lema 2002; Quintela e Loebmann 2009), *E. j. jaegeri* apresenta mais itens de origem aquática em sua dieta que *E. p. sublineatus*?

MATERIAL E MÉTODOS

Área de Estudo

O estudo foi desenvolvido no município de Rio Grande (31°47'02''-32°39'45'' S; 52°03'50'' - 52°41'50'' W) e arredores, localizados na planície costeira do Rio Grande do Sul. O clima é temperado quente, totalmente úmido (Kottek *et al.* 2006), com temperatura média anual de 18°C. A pluviosidade anual é de 1162 mm e a primavera pode apresentar períodos de seca (Maluf 2000).

Na região observa-se uma grande variedade de ambientes tais como dunas, praias arenosas, campos litorâneos, matas de restinga (Waechter 1985), além de banhados e corpos d'água como a Lagoa Mirim e a Laguna dos Patos. A relevância desses locais na distribuição de espécies e dinâmica das comunidades é confirmada pela inclusão da Lagoa do Peixe e áreas adjacentes como uma das sete zonas úmidas de importância internacional (Ramsar 1993). Além disso, compreende Estação Ecológica do Taim, criada em 1987, incluindo o banhado do Taim, dunas, campos e parte das Lagoas Mirim e Mangueira (Gomes e Krause 1982).

Coleta de Dados

Os espécimes utilizados para análise de conteúdo alimentar são provenientes da ESEC TAIM e dos municípios de Rio Grande e São José do Norte e encontram-se na Coleção Herpetológica da Universidade Federal do Rio Grande (FURG) (Anexo 1). Todos os indivíduos foram coletados em diferentes ambientes na área de estudo (e.g. matas de restinga, campos, banhados) e não foram mantidos em cativeiro anteriormente, o que garante que os itens observados correspondem às presas naturais das serpentes estudadas.

Os animais coletados tiveram estruturas biológicas como comprimentos rostro cloacal (CRC) e massa mensuradas. Em relação à cabeça, foram medidos: comprimento (CC), largura (LC) e altura máxima da cabeça (AC), comprimento (CB) e largura da boca (LB) e comprimento da mandíbula inferior (CM).

Para coleta do material do trato digestório, foi feita uma incisão ventral desde o esôfago até a cloaca do animal. Os itens alimentares retirados tiveram massa e comprimento total medidos. Porém, algumas presas estavam parcialmente digeridos e sua massa não representava a massa real do animal. Assim, no caso de presas mais preservadas, assumiu-se o CRC como referência para que fosse realizado o cálculo estimado de massa. Foram selecionados três exemplares da coleção que tivessem o mesmo CRC e obtidas suas medidas de massa, de forma que a média final fosse utilizada como valores estimados destes. Para animais mais digeridos, alguma estrutura preservada, e.g. fêmur, foi utilizada. Do mesmo modo, foram selecionados três animais da coleção que apresentassem a mesma medida, e, assim, foram estimados, a partir da média entre eles, o CRC e a massa.

O sentido de ingestão da presa também foi verificado quando possível, posto que alguns itens já constavam na coleção sem essas informações ou apresentaram-se já muito degradados, impossibilitando a obtenção desse dado. Posteriormente, os itens foram armazenados em álcool 70°.

Análise dos Dados

Os itens alimentares foram identificados até o menor nível taxonômico possível e o sentido de ingestão destes também foi considerado, de forma a verificar a existência de algum padrão na captura do alimento.

A partir dos dados coletados acerca dos itens alimentares, métodos qualitativos foram associados a métodos quantitativos, como proposto por Hyslop (1980) a fim de obter uma maior consistência nos resultados. O método qualitativo aplicado foi o de Frequência de Ocorrência (FO%), definida pelo número de estômagos com determinado item dividido pelo número total de estômagos com conteúdo estomacal.

$$FO\% = \frac{N \text{ estômagos com o item } i}{N \text{ total de estômagos com conteúdo}} \times 100$$

Dentre os métodos quantitativos, o primeiro aplicado foi de Abundância numérica (N%), indicado pelo valor de abundância de um item dividido pelo número total de itens alimentares.

$$N\% = \frac{N \text{ total do item } i}{N \text{ total de itens observados}} \times 100$$

E, posteriormente, a Análise Gravimétrica (P%) expressa por: pelo peso do item dividido pelo peso total de itens (Hynes 1950), sendo utilizado o peso úmido tanto para presas como predadores (Glenn e Ward 1968).

$$P\% = \frac{\text{Peso total do item } i}{\text{Peso total de itens observados}} \times 100$$

O Índice de Importância Alimentar (IRI) (Pinkas *et al.* 1971) também foi obtido e calculado através dos métodos já mencionados anteriormente. Neste índice, o volume foi substituído pelo peso, conforme proposto por Hacunda (1981).

$$IRI = FO\%(N\% + P\%)$$

Para verificação da amplitude de nicho das duas espécies foi aplicado o índice de Levin's (Krebs 1999), expresso por $BA = [(1/\sum pi^2) - 1] / n - 1$, sendo BA o índice de Levins padronizado, pi a frequência do item i na amostra e n o número de itens. Os valores gerados podem variar de 0 a 1, de modo que a proximidade a 1 indica um caráter generalista.

Os gráficos de barras das médias para peso e CRC dos predadores e peso e CT das presas foram obtidos e posteriormente, foi realizado Teste t de Student.

A regressão linear foi usada para investigação da correlação entre peso de predadores e de presas. As variáveis foram log transformadas e o Coeficiente de

Correlação de Spearman foi adotado para avaliar o grau de correlação entre as variáveis.

Uma regressão múltipla Stepwise do tipo backward foi feita considerando o comprimento total da presa como a variável resposta e as medidas da cabeça do predador como variáveis explicativas. Para todas as análises realizadas, foram considerados significativos os valores de $p < 0,05$.

RESULTADOS

Composição da Dieta

Foram analisados 74 espécimes de *E. j. jaegeri*, dos quais 20 apresentaram conteúdo estomacal. Os 28 itens alimentares foram assim distribuídos: anuros (82,2%), peixes (10,7%) e isópodes (7,1%). As espécies de anfíbios encontradas foram: *Leptodactylus latrans* (35,7%), *Physalaemus gracilis* (28,6%) e *Pseudopaludicola falcipes* (3,6%), enquanto os peixes pertenceram a espécie *Phallocerus caudimaculatus* (10,7%) e os isópodes não foram identificados em nível de espécie (7,1%) (Tabela 1).

Dos 118 exemplares analisados de *E. p. sublineatus*, 44 apresentaram conteúdo estomacal. Foram encontrados 111 presas, dentre elas anuros (54,1%), peixes (42,3%), répteis (2,7%) e mamíferos (0,9%). As espécies de anuros correspondem a *Leptodactylus latrans* (26,1%), *Odontophrynus maisuma* (10,8%), *Rhinella* gr. *granulosa* (5,4%), *Physalaemus gracilis* (1,8%), *Leptodactylus gracilis* (2,7%), *Elachistocleis bicolor* (1,8%) e *Hypsiboas pulchellus* (1,8%). Os peixes registrados foram *Phallocerus caudimaculatus* (35,1%), indivíduos da família Characidae (5,4%) e *Jenynsia multidentata* (1,8%); os répteis foram representados por *Cercosaura schreibersii* (2,7%) e o mamífero não foi identificado (0,9%) (Tabela 1).

Os anuros *Leptodactylus latrans* e *Physalaemus gracilis* foram os itens alimentares mais abundantes, de maior massa, maior frequência e de maior importância alimentar para *E. j. jaegeri*. As outras presas apresentaram valores bem abaixo em todos os índices (Tabela 2).

Para *E. p. sublineatus*, o item mais abundante é *Phallocerus caudimaculatus*, porém contribuiu com pouca massa, foi pouco frequente e teve importância alimentar

baixa. *Leptodactylus latrans* surge logo após, com alta importância alimentar e valores elevados de frequência e massa; seguida por *Odontophrynus maisuma* com estas mesmas características (Tabela 3).

Amplitude de Nicho

A amplitude de nicho gerada pelo índice de Levins para *E. j. jaegeri* foi de $BA = 0,17$; enquanto para *E. p. sublineatus* foi de $BA = 0,61$.

Seleção de Presas

O sentido de ingestão foi verificado em 20 presas (71,4%) de *E. j. jaegeri* e definido como ântero-posterior para 18 presas (90%) e pósterio-anterior para 2 presas (10%). As presas consumidas representaram de 4 a 14% o comprimento do predador (Tabela 4). Aparentemente, o tamanho das presas não influenciou o modo de ingestão do predador.

Para *E. p. sublineatus*, 29 (85,3%) das presas tiveram ingestão ântero-posterior, enquanto 5 (14,7%) foram ingeridas de forma pósterio-anterior, totalizando 34 presas (30,6%). Os itens alimentares observados variaram entre 2 a 17% o comprimento do predador (Tabela 5).

Os gráficos de barras dos pesos médios dos indivíduos de cada espécie foram comparados e não foi observada diferença significativa entre eles ($p=0,14$) (Figura 1). Por outro lado, a média entre os comprimentos rostro-cloacais das serpentes variou significativamente entre as espécies ($p=0,03$) (Figura 2), indicando que, estatisticamente, *E. p. sublineatus* é maior que *E. j. jaegeri*.

Na comparação das médias de peso e comprimento total das presas houve variação significativa entre as duas espécies de serpentes (Figuras 3 e 4). Maiores valores médios de peso ($p = 0,002$) e de comprimento total ($p=0,05$) de presas foram observados em *E. p. sublineatus*.

Para *E. j. jaegeri*, os gráficos de regressão indicaram correlação linear positiva moderada entre o peso dos predadores e das presas, com Coeficiente de Pearson de $r = 0,5048$ (Figura 5) e entre o tamanho do CRC dos predadores e o tamanho total das presas, com $r = 0,5463$ (Figura 6).

Para *E. p. sublineatus*, foi observada correlação linear positiva e moderada entre o peso dos predadores e das presas, tendo $r=0,6050$ (Figura 7), porém entre o tamanho do CRC dos predadores e CT das presas a correlação linear positiva foi fraca, com $r=0,2658$ (Figura 8). Para ambas as espécies, os valores de p foram significativos.

A regressão stepwise mostrou que o melhor modelo ajustado para *E. j. jaegeri* foi o comprimento da cabeça (CC) e para *E. p. sublineatus*, largura (LC) e altura da cabeça (AC). Porém houve pouca diferença de ajuste entre os modelos (indicada pela pouca variação no AIC). As correlações não foram significativas (Figuras 9 e 10).

DISCUSSÃO

Composição da Dieta

Apesar da dieta de ambas as espécies ter sido caracterizada por um hábito predominantemente anurófago, ratificando dados previamente publicados (Lema 2002; Frota 2005; Sawaya *et al.* 2008; Prieto *et al.* 2012), alguns aspectos divergentes devem ser considerados. *Erythrolamprus j. jaegeri* teve uma dieta bem menos diversa em relação a *E. p. sublineatus*, composta apenas por anfíbios e peixes. Além disso, é provável que os isópodes observados em sua dieta sejam itens secundários, pois foram observados em apenas dois casos, sendo um deles associado a *Leptodactylus latrans*, predador desse item (Maneyro *et al.* 2004; Pazinato *et al.* 2011).

Por outro lado, *E. p. sublineatus* demonstrou ter uma dieta mais diversificada e consumiu quase todos os grupos de vertebrados: peixes, anfíbios, répteis e mamíferos. Sobre a composição alimentar, foi verificada uma maior abundância de itens de origem aquática para *E. p. sublineatus*, inclusive o peixe *P. caudimacullatus* foi o item mais abundante para essa espécie, contrariando a hipótese inicial proposta. Porém, considerando os demais índices analisados, observamos que a ingestão de peixes foi absolutamente casual, de importância e frequência baixas (presente em apenas uma amostra), principalmente ao compararmos aos grupos de anuros consumidos. O mesmo registro pôde ser observado na dieta de *E. j. jaegeri*, também como eventual.

É reconhecida a efetividade no consumo de peixes por *E. j. jaegeri* (Santos *et al.* 2010) e para *E. p. sublineatus* que, segundo Lema (2002) é predador de peixes do gêneros *Phallocerus* e *Jenynsia* (itens predados no presente trabalho). Todavia, o evento aqui registrado indica um caráter oportunista, pois o predador parece ter se beneficiado de uma alta abundância de presas no momento do forrageio.

Deve-se considerar que o esforço desempenhado na caça aquática é maior, devido a maior resistência no ambiente aquático resultado da alta viscosidade e densidade nesse meio (Ricklefs 2003), sendo assim, imprescindível que a energia obtida do alimento supere o gasto gerado em sua obtenção (Gerking 1994; Ricklefs 2003). Neste caso, o desfavorável diminuto tamanho dos peixes foi compensado pela ingestão de um elevado número destes (Tabela 1), promovendo a obtenção de energia satisfatória. É possível também que os peixes consumidos estivessem sob fácil acesso, como em corpos d'água em processo de seca, tornando-os mais vulneráveis a predação.

A presa de maior importância, ocorrência e contribuição de peso para *E. p. sublineatus* foi *L. latrans*, espécie de grande porte (Achaval e Olmos 2007), encontrada em campos, matas ciliares, áreas úmidas e até mesmo em ambientes urbanizados (Maneyro e Carreira 2012). O anuro também foi o segundo item mais importante e frequente para *E. j. jaegeri*. A dominância desse item pode estar associada ao fato de que presas grandes são vantajosas, pois oferecem mais energia ao predador; ou mesmo a alta prevalência dessa espécie na região (Loebmann 2005), considerando que a presença das áreas úmidas no local é atrativo tanto para a presa quanto para o predador. Explica-se: no mesmo ambiente que o anuro encontra local para alimentação, reprodução e desova (Maneyro e Carreira 2012) a serpente também obtém área para forrageamento.

Outro item relevante na dieta de *E. p. sublineatus* foi *O. maisuma*, que possui porte pequeno mas é robusto, tem hábitos cavadores e habita em ambientes terrestres e periurbanos (Maneyro e Carreira 2012), o que justifica seu encontro com *E. p. sublineatus*. Logo após, aparece *Rhinella* gr. *granulosa*, anuro de médio porte, também robusto e que utiliza ambientes aquáticos, porém pode ser encontrado em ambientes bastante secos (Narvaes e Rodrigues 2009). As presas mais relevantes para *E. p. sublineatus* apresentam tamanho grande e/ou são robustas, indicando uma contribuição energética importante, dado que o predador deve buscar alimentos dos quais obtenha o máximo de energia possível (Pianka 1982).

Os demais anuros observados são indicados nessa ordem de importância, todos com IRI menor que 15: *Leptodactylus gracilis*, *Hypsiboas pulchellus*, *Elachistocleis bicolor* e *P. gracilis*.

Para *E. j. jaegeri*, o item de maior frequência, importância relativa e de maior peso é *P. gracilis*, anuro de médio porte associado tanto a ambientes naturais como antrópicos (Maneyro e Carreira 2012). Juntamente com *L. latrans*, essas espécies confirmaram a importância alimentar dos leptodactilídeos para ambas as espécies. Além de abundantes na região (Loebmann 2005), há grandes indícios de sobreposição de habitats entre presas e predadores, que utilizam campos secos, áreas alagadas e ambientes urbanizados (Loebmann 2005; Quintela e Loebmann 2009; Maneyro e Carreira 2012), propiciando o compartilhamento deste item pelas duas espécies. A competição interespecífica aqui pode ser atenuada pela alta disponibilidade de presas, gerando compartilhamento dos recursos (Toft 1985) ou pelas diferentes estratégias alimentares das espécies (Mori e Vincent 2008).

Outro item observado na dieta de *E. j. jaegeri*, porém bem menos significativo foi *Pseudopaludicola falcipes*. Este leptodactilídeo de pequeno tamanho habita os mais variados corpos d'água, além de gramíneas e ambientes antrópicos (Borges-Martins *et al.* 2007; Maneyro e Carreira 2012).

O registro de itens alimentares exclusivamente terrestres neste estudo, como lagartos e roedores, foi constatado somente para *E. p. sublineatus*. Os répteis da espécie *Cersosaura schreibersii* são abundantes na região, encontrados em campos, possuem hábito criptozóico (Deiques *et al.* 2007; Quintela e Loebmann 2009) e já foram descritos como itens alimentares para *E. p. sublineatus*, bem como roedores (Carreira-Vidal 2002; Prieto *et al.* 2012). Este último não foi identificado, pois os pelos foram o único vestígio da presa encontrado no trato digestório da serpente. Os répteis registrados, apesar de abundantes na região (Quintela e Loebmann 2009), bem com o roedor, representaram predações pontuais e, pelo menos na região de estudo, aparentemente não são itens constantes na dieta desses ofídios.

Uma hipótese possível é de que, considerando a alta ocorrência de ambientes alagados na região, ambientes propícios para a ocorrência de anuros, estes estejam disponíveis para ambos os predadores, promovendo uma sobreposição de nicho parcial (Pianka 1973), sem causar prejuízo a nenhuma espécie. Lembrando que, a disputa de duas espécies pelo mesmo recurso pode ser bastante severa e gerar exclusão competitiva (Losos 1995; Ricklefs 2011).

Além disso, outro fator que pode explicar a baixa predação de animais exclusivamente terrestres compreende as adaptações de predação desenvolvidas por essas espécies. Por exemplo, geralmente serpentes que alimentam-se de mamíferos apresentam dentição solenóglifa ou matam por constrição, de forma a matar ou imobilizar a presa antes do consumo (Fraga *et al.* 2013), o que aumenta a chance de sucesso da predação e reduz os riscos de escoriações. A dentição áglifa de *E. p. sublineatus* apresenta desvantagem no forrageamento desse grupo animal.

A composição alimentar obtida nesse trabalho corrobora com dados anteriormente descritos para essa subespécie no Uruguai. Segundo Carrera-Vidal (2002), os anuros são os itens alimentares mais consumidos (gêneros *Hypsiboas*, *Physalaemus* e *Rhinella*), incluindo répteis (*C. schreibersii*) e mamíferos. Os peixes, apesar de ausentes nesse estudo, são presas conhecidas para a espécie (Skuk 1985). Santos *et al.* (2012) já demonstrou alta similaridade entre a composição de assembleias de serpentes do extremo sul do Brasil e do Uruguai. A correspondência nos hábitos alimentares da espécie em ambos locais aparentemente está conectada ao compartilhamento do clima subtropical e do bioma Pampa, constituído por paisagens como campos de vegetação rasteira, coxilhas, matas ciliares e zonas úmidas (Pillar *et al.* 2009).

Outrossim, dados semelhantes também foram obtidos na Argentina, por Pietro *et al.* (2012). Todas as famílias de anuros registradas pelo autor foram igualmente representadas no presente estudo, além da confirmação de *C. schreibersii*. Mais uma vez, a área de estudo formada por banhados e paisagens características do Pampa, parece influenciar na composição das presas existentes e, conseqüentemente, na sobreposição dos resultados.

No Brasil, mais precisamente na região sudeste, Pinto e Fernandes (2004), ao analisar a dieta da subespécie *Erythrolamprus poecilogyrus poecilogyrus*, observaram apenas anuros em sua composição, pertencentes as famílias Bufonidae e Hylidae. Em razão de que as diferenças entre as subespécies são bastante sutis, envolvendo essencialmente padrões de coloração (Dixon e Markezick 1992), é esperado que a ausência de outros itens alimentares (de outros grupos de anuros ou demais grupos de vertebrados) seja resultado dos habitats utilizados e da abundância de presas. Para *Erythrolamprus poecilogyrus schotti* também há registros de predação de anuros da família Microhylidae (Cacciali e Motte 2010).

Em *E. j. jaegeri*, a predação de anuros e peixes já havia sido registrada por Frota (2005), procedentes de diversas localidades do país. O que indica que, possivelmente, estes sejam os principais itens utilizados pela espécie.

Amplitude de Nicho

Além dos dados sobre a distinta composição alimentar, que já assinalava uma variação no padrão de forrageamento das espécies, o índice de Levins indicou o desenvolvimento de diferentes estratégias alimentares para cada espécie. Ainda que o valor de 0,61 obtido para *E. p. sublineatus* não determine uma dieta absolutamente generalista (indicada por valores muito próximos a 1), este contrapõe o valor de 0,17 obtido para *E. j. jaegeri*, que indica um alto grau de especialização alimentar.

A disponibilidade de presas é um ocasionador da diferença entre a composição da dieta de espécies de um mesmo gênero (Teixeira e Fonseca 2003), todavia, considerando que essas espécies são simpátricas e teriam acesso aos mesmos recursos, é provável que a capacidade de ocupação de diferentes habitats, incluindo campos, dunas, matas, banhados, margens de rios, dunas, áreas peridomiciliares (Santos *et al.* 2005; Deiques *et al.* 2007; Quintela e Loebmann 2009), e assim nichos, por *E. p. sublineatus*, seja o maior responsável pelo resultado constatado.

Apesar da coocorrência entre ambas as espécies, *E. p. sublineatus* é mais abundante na região que *E. j. jaegeri* (Quintela *et al.* 2006; Santos *et al.* 2012). Um aspecto que pode beneficiar a espécie é sua favorável “resposta” a ambientes alterados. Já foi reportado por Winck *et al.* (2007) que, após mudanças antrópicas que geraram modificações ambientais importantes em uma comunidade, *E. poecilogyrus* aumentou sua abundância, superando a espécie anteriormente dominante. A utilização de ambientes urbanos representou mais um nicho para essa espécie, o que, mediante condições favoráveis, pode ter permitido seu aumento populacional.

Ademais, deve-se considerar que o hábito generalista pode favorecer a alta abundância de espécies (Martins *et al.* 2002), de modo que sua pouca exigência na seleção do alimento permite que esse organismo se adapte as condições do meio (Lema 2002); ampliando seu nicho, podendo assim, aumentar sua área de ocorrência e sua densidade. Vale ressaltar também que o caráter generalista é mais tolerante a

ambientes submetidos a ações antrópicas (Suárez e Lima-Júnior 2009), o que reforça a indicação da estratégia generalista para *E. p. sublineatus* obtida no presente estudo.

Seleção de Presas

O sentido de ingestão de presas foi ântero-posterior, na maior parte dos casos. Isso pode ser justificado, pois a ingestão de itens pela porção anterior promove um menor risco de injúrias causadas pelos apêndices locomotores das presas e resistência a ingestão, diminuindo o tempo e energia gastos durante este processo (Greene 1976; Fraga *et al.* 2013).

A relação CT da presa / CRC do predador indicou que presas relativamente maiores são observadas em *E. p. sublineatus*. Essa informação foi confirmada pelo gráfico de barras das médias tanto para peso como para comprimento total das presas (Figuras 3 e 4). Da mesma forma, as médias de CRC de *E. p. sublineatus* foram maiores que em *E. j. jaegeri* (Figura 2). Esses resultados confirmam a hipótese de que *E. p. sublineatus* é maior e alimenta-se de itens maiores.

Uma explicação possível para a ingestão de presas maiores por *E. p. sublineatus* é que o tamanho ótimo de presa para essa espécie seja maior (Shine 1991), de modo que, para garantir o máximo ganho de energia líquida seja necessária a seleção de uma presa de tamanho superior (Pitcher e Hart 1982).

Outra justificativa é que *E. j. jaegeri* tenha dificuldade na manipulação e subjugação de presas grandes (Shine 1991), preferindo as de pequeno e médio porte, dado que o tamanho do maior anuro registrado neste estudo para *E. j. jaegeri*, um *P. gracilis* de 32 mm, corresponde à menos da metade do maior item de *E. p. sublineatus*, um *L. latrans* de 68 mm.

Para verificação da existência de correlação entre o tamanho e o consumo de presas grandes, foram gerados gráficos de regressão que, segundo a Correlação de Spearman, indicaram uma correlação moderada entre as variáveis. A correlação positiva entre peso da presa e de predador já foi anteriormente descrita (Mushinsky 1987; Shine 1991; Bryant *et al.* 2012).

Os juvenis devem ingerir presas menores, de modo a evitar riscos relacionados à má avaliação do tamanho da presa, como alto gasto de energia, risco de ferimentos e até morte, elevado tempo de manipulação e, decorrente vulnerabilidade a predação (Garland e Arnold 1983; Sazima e Martins 1990;

Nogueira *et al.* 2013). À medida que o indivíduo cresce, aumenta a capacidade de ingestão de itens maiores bem como a amplitude de itens a serem consumidos (Arnold 1993).

Um coeficiente superior de correlação foi gerado para *E. p. sublineatus* na categoria peso, o que possivelmente é resultado do maior número de presas observadas para essa espécie (111 presas versus 28 de *E. j. jaegeri*), o que causou melhor ajuste ao modelo. Ao contrário, na categoria comprimento, o coeficiente baixo deve ter sido gerado pela alta variabilidade encontrada nos tamanhos de presas, resultando em outliers.

Os baixos valores gerados na Regressão Stepwise não indicaram qualquer tipo de correlação entre as estruturas da cabeça e os comprimentos das presas. Webb e Shine (1993), encontraram correlação entre a largura da boca de *Anilius nigrescens* e o comprimento máximo da presa. A serpente desse estudo pertence à família Typhlopidae, grupo basal onde as serpentes são fossoriais e carregam características bastante primitivas como olhos vestigiais e ausência de dentes (apenas os maxilares) (List 1966; Pough *et al.* 2008). Por outro lado, *E. p. sublineatus* e *E. j. jaegeri* pertencem a família Dipsadidae, um grupo mais derivado, e apresentam dentição áglifa (Quintela e Loebmann, 2009). Ainda, a cabeça é larga e destacada do corpo, no caso de *E. p. sublineatus* (Carreira *et al.* 2005). Além disso, a dieta de *A. nigrescens* é constituída de pupas e larvas de formigas, o que difere da dieta das espécies do presente estudo, composta por vertebrados. É provável que as diferenças entre essas espécies, desde morfológicas até ecológicas, não permitam que se encontrem os mesmos padrões de correlações entre presas e predadores.

Tendo em vista que as duas espécies são simpátricas, bastante abundantes e compartilham algumas presas, a competição assimétrica pode estar atuando de modo a diminuir a competição entre elas. Esse tipo de competição age com a utilização de diferentes estratégias, de micro-habitats ou qualquer outro mecanismo que possibilite a diminuição da competição entre as espécies (Ricklefs 2011). Nesse estudo, verificou-se uma divergência na amplitude de nicho entre as espécies, lembrando que o especialista, *E. j. jaegeri* torna a competição menor por ter um nicho mais restrito. Do mesmo modo, *E. p. sublineatus* ocupa uma variedade maior de microhabitats e se alimenta de itens maiores que *E. j. jaegeri*, reduzindo a sobreposição na obtenção de recursos.

CONCLUSÃO

O presente trabalho comprovou o hábito anurófago das duas espécies de estudo, tendo estes como presas mais importantes, frequentes, abundantes e de maior peso nas amostras. No entanto, foi observada uma diferenciação na estratégia alimentar das espécies, de modo que *Erythrolamprus jaegeri jaegeri* foi classificada como especialista e *Erythrolamprus poecilogyrus sublineatus*, generalista. A hipótese de que *E. j. jaegeri* consome mais itens de origem aquática que a espécie simpátrica foi negada e esses itens não mostraram-se relevantes nesse estudo. Enquanto a hipótese de que *E. p. sublineatus* consome presas maiores que *E. j. jaegeri* foi confirmada. Além disso, houve uma correlação positiva entre o tamanho e peso das presas e dos predadores, ao mesmo tempo que as estruturas da cabeça não apresentaram correlação com o comprimento das presas. Em resumo, observou-se que a coexistência das duas espécies pode estar associada a dois fatores: a alta abundância de presas, e/ou as diferentes estratégias desenvolvidas por *E. jaegeri* e sua estratégia especialista ou por *E. p. sublineatus*: o maior tamanho, possibilitando a ingestão de presas maiores e a utilização de diferentes microhabitats, reduzindo a sobreposição de nichos.

RESUMO

As espécies de cobras-verdes *Erythrolamprus jaegeri jaegeri* e *Erythrolamprus poecilogyrus sublineatus* são simpátricas e sintópicas na região costeira do extremo sul do Brasil. O presente estudo investigou aspectos da dieta destas espécies. De um total de 192 exemplares examinados foi possível demonstrar que ambas as espécies tem hábito alimentar predominantemente anurófago, porém a dieta de *E. j. jaegeri* é formada por peixes e anfíbios, enquanto a de *E. p. sublineatus* é mais ampla e composta por peixes, anfíbios, répteis e mamíferos. A variação na amplitude de nicho foi comprovada segundo o Índice de Levis padronizado, com valores de BA = 0,17 para *E. j. jaegeri*, evidenciando a estratégia especialista e de BA = 0,61 para *E. p. sublineatus*, uma estratégia generalista. Em relação à morfologia das presas, os dados indicaram que *E. p. sublineatus* é maior e se alimenta de itens maiores. Além disso, correlações positivas entre tamanho e peso de presas e predadores para ambas as espécies foram confirmadas. Os resultados evidenciam o desenvolvimento de

diferentes mecanismos que permitam a coocorrência das duas espécies, seja a seleção das presas por tamanho, de modo que o tamanho do predador esteja relacionado ao tamanho de sua presa; ou através do desenvolvimento de diferentes estratégias alimentares para diminuição da sobreposição de nichos entre as espécies.

Palavras-chave: dieta; ofídios; presas; tamanho; nicho

REFERÊNCIAS BIBLIOGRÁFICAS

- ACHAVAL F E OLMOS A. 2007. Anfíbios y Reptiles Del Uruguay. 3ª edição. Montevideo: Editora Graphis, 160 p.
- ARNOLD S J. 1993. Foraging theory and prey-size-predator-size relations in snakes, p. 87-115. In: SEIGEL R A E COLLINS J T (Eds). Snakes: ecology e behavior. New York: McGraw-Hill, 414 p.
- BORGES-MARTINS M, COLOMBO P, ZANK C, BECKER F G E MELO M T Q. 2007. Anfíbios p. 276-291. In: BECKER F G, RAMOS R A E MOURA L A (orgs.) Biodiversidade: Regiões da Lagoa do Casamento e dos Butiazais de Tapes, Planície Costeira do Rio Grande do Sul. Brasília: Ministério do Meio Ambiente, 385 p.
- BRYANT G L, DE TORES P J, WARREN K A E FLEMING P A. 2012. Does body size influence thermal biology and diet of a python (*Morelia spilota imbricata*)? Austral Ecology 37: 583-591.
- BURGHARDT G M E KRAUSE M A. 1999. Plasticity of foraging behavior in garter snakes (*Thamnophis sirtalis*) reared on different diets. Journal of Comparative Psychology 113(3): 277-285.
- CACCIALI P E MOTTE M. 2010. Hábitos predatórios de *Liophis poecilogyrus schotti* (Serpentes: Dipsadidae) sobre anfíbios de La Família Microhylidae. *Reportes científicos de la FACEN* 1(2):60-61.
- CARREIRA-VIDAL S. 2002. Alimentación de los ofídios de Uruguay. Monografía de Herpetología, volume 6. Barcelona: Asociación Herpetológica Española, 127 p.
- CARREIRA S, MENEGHEL M E ACHAVAL F. 2005. Reptiles de Uruguay. Montevideo: DI. RAC, 637 p.
- DARWIN C. 1872. The Origin of Species, 6th ed. London: John Murray.

- DEIQUES C H, STAHNKE L F, REINKE M E SCHMITT P. 2007. Anfíbios e répteis do Parque Nacional de Aparados da Serra, Rio Grande do Sul, Santa Catarina - Brasil: Guia Ilustrado. Pelotas: Ed. USEB, 119 p.
- DIXON J R. 1989. Key and checklist to the neotropical snake genus *Liophis* with countrylist and map. Smithsonian Herpetological information Service 79: 1-40.
- DIXON J R E MARKEZICH A L. 1992. Taxonomy e geographic variation of *Liophis poecilogyrus* (Wied) from South America (Serpentes: Colubridae). Texas Journal of Science 44(2): 131-166
- FRAGA R DE, LIMA A P, PRUDENTE A L C E MAGNUSSON W E. 2013. Guia de Cobras da Região de Manaus – Amazônia Central. Manaus: Editora INPA, 303 p.
- FROTA J G. 2005. Biologia reprodutiva e dieta de *Liophis jaegeri jaegeri* (Guther, 1858) (Serpentes, Colubridae, Xenodontinae). Dissertação de mestrado, Pontifícia Universidade Católica do Rio Grande do Sul, Porto Alegre, RS, 43 p.
- GARLAND JR T E ARNOLD S J. 1983. The effect of a full stomach on locomotory performance of juvenile garter snakes (*Thamnophis elegans*). Copeia 1983: 1092-1096.
- GERKING S D. 1994. Feeding Ecology of fish. San Diego: Academic Press, 414 p.
- GIRAUDO A. 2001. Serpientes de la Selva Paranaense y del Chaco Húmedo. Buenos Aires: L. O. L. A. 328 p.
- GLENN C L E WARD E J. 1968. “Wet” Weight as a Method for Measuring Stomach Contents of Walleyes, *Stizostedion vitreum vitreum*. Journal Fisheries Research Board of Canada 25(7): 1504.
- GOMES N E KRAUSE L. 1982. Lista preliminar de répteis da estação ecológica do Taim, Rio Grande do Sul. Revista Brasileira de Zoologia 1(1): 71-77.
- GREENE H W G. 1976. Scale overlap a directional sign stimulus for prey ingestion by ophiophagous snakes. Berlin: Zeitschrift fur Tierpsychologie. 41(2): 113-120.
- GREENE H W G. 1997. Snakes, the evolution of mystery in nature. Berkeley: University of California Press, 366 p.
- HACUNDA J S. 1981. Trophic relationships among demersal fishes in a coastal area of the Gulf of Maine. Fishery Bulletin 79(4): 775-788.
- HURLBERT S H. 1978. The measurement of niche overlap and some relatives. Ecology 59(1): 67-77.
- HUTCHINSON G E. 1957. Concluding remarks. Cold Spring Harbor Symposium of Quantitative Biology 22: 415-427.

- HYNES H B N. 1950. The food of fresh-water sticklebacks (*Gasterosteus aculeatus* e *Pygosteus pungitius*), with a review of methods used in studies of the food of fishes. *Journal of Animal Ecology* 19: 36-58.
- HYSLOP E J. 1980. Stomach contents analysis - a review of methods and their application. *Journal of Fish Biology* 17:411-429.
- KOTTEK M, GRIESER J, BECK C, RUDOLF B E RUBEL F. 2006. World Map of the Köppen–Geiger climate classification updated. *Meteorologische Zeitschrift* 15(3): 259-263.
- KREBS C J. *Ecological Methodology*. California: Addison Wesley Longman Inc., 1999. 620 p.
- LEMA T de. 2002. Os Répteis do Rio Grande do Sul: atuais e fósseis – biogeografia - ofidismo. Porto Alegre: Edipucrs, 264 p.
- LOEBMANN D. 2005. Guia ilustrado: Os anfíbios da região costeira do extremo sul do Brasil. Pelotas: USEB, 80p.
- LIST J C. 1966. Comparative Osteology of the snake families Typhlopidae and Leptotyphlopidae. *Illinois Biological Monographs* 36: 1-112.
- LOSOS J B. 1995. Community evolution in Greater Antillean Anolis lizards: phylogenetic patterns and experimental tests. *Philosophical transactions of the Royal Society B: Biological Sciences* 349: 69-75.
- MALUF J R T. 2000. Nova classificação climática do estado do Rio Grande do Sul. *Revista Brasileira de Agrometeorologia*, 8(1): 141-150.
- MANEYRO R E CARREIRA S. 2012. Guia de Anfíbios Del Uruguay. Montevideu: Edições da Fuga. 207 p.
- MANEYRO R, NAYA D. E, ROSA I, CANAVERO A E CAMARGO A. 2004. Diet of the south American frog *Leptodactylus ocellatus* (Anura: Leptodactylidae) in Uruguay. *Iheringia, Série Zoologia* 94(1): 57-61.
- MARTINS M, MARQUES O A V E SAZIMA I. 2002. Ecological e phylogenetic correlates of feeding habits in Neotropical pitviperds of the genus *Bothrops*. In: SCHUETT G, HÖGGREN M E GREENE H W G. (Org.). *Biology of the vipers*. Carmel: Biological Sciences Press 1-22.
- MORI A E VINCENT S E. 2008. An integrative approach to specialization: relationships among feeding morphology, mechanics, behaviour, performance and diet in two syntopic snakes. *Journal of Zoology* 275: 47-56.

- MUSHINSKY H R. 1987. Foraging ecology. In: SEIGELI R A, COLLINS J T AND NOVAK S S (Eds). Snakes: Ecology and Evolutionary Biology. New York: Macmillan Publishing Company, 302-334 p.
- NARVAES P E RODRIGUES M T. 2009. Taxonomic revision of *Rhinella granulosa* species group (Amphibia, Anura, Bufonidae), with a description of a new species. Arquivos de Zoologia 40: 1-73.
- NOGUEIRA C H O, FIGUEIREDO-DE-ERADE C A E FREITAS N N. 2013. Death of a juvenile snake *Oxyrhopus petolarius* (Linnaeus, 1758) after eating an adult house gecko *Hemidactylus mabouia* (Moreau de Jonnès, 1818). Herpetology Notes 6: 39-43.
- PAZINATO D M M, TRINDADE A O, OLIVEIRA S V E CAPPELLARI L H. 2011. Dieta de *Leptodactylus latrans* (Steffen, 1815) na Serra do Sudeste, Rio Grande do Sul, Brasil. Biotemas 24: 147-151.
- PIANKA E R. 1973. The structure of lizards communities. Annual Review of Ecology and Systematics 4: 53-74.
- PIANKA E R. 1982. Ecologia Evolutiva. Barcelona: Omega, 365 p.
- PILLAR V P, MÜLLER S C, CASTILHOS Z M S E JACQUES A V A. 2009. Campos Sulinos: Conservação e Uso Sustentável da Biodiversidade. 1ª edição. Brasília: Ministério do Meio Ambiente, 403 p.
- PINKAS L, OLIPHANT M S E IVERSON Z L. 1971. Food habits of albacore bluefin, tuna e bonito in California waters. California Department of Fish e Game Bulletin, La Jolla, 152: 1-105.
- PINTO R R E FERNEES R. 2004. Reproductive biology and diet of *Liophis poecilogyrus poecilogyrus* (Serpentes, Colubridae) from southeastern Brazil. Phyllomedusa 3(1): 9-14.
- PITCHER T. J E HART P J B. 1982. Fisheries ecology. London: Croom Helm, 414 p.
- POUGH F H, JANIS C M E HEISER J. B. 2008. A Vida dos Vertebrados. 4ª edição. São Paulo: Editora Atheneu, 750 p.
- PRIETO Y A, GIRAUDO A R E LÓPEZ M S. 2012. Diet and Sexual Dimorphism of *Liophis poecilogyrus* (Serpentes, Dipsadidae) from the Wetle Regions of Northeast Argentina. Journal of Herpetology 46(3): 402-406.
- QUINTELA F, LOEBMANN D E GIANUCA N M. 2006. Répteis continentais do município de Rio Grande, Rio Grande do Sul, Brasil. Biociências 14(2): 180-188.

- QUINTELA F E LOEBMANN D. 2009. Guia Ilustrado: Os répteis da região costeira do extremo sul do Brasil. Pelotas: USEB. 83 p.
- RAMSAR. 1993. A lista Ramsar de Zonas úmidas de Importância Internacional. Disponível em: http://www.ramsar.org/cda/en/ramsar-pubs-notes-annotatedramsar-16692/main/ramsar/1-30-168%5E16692_4000_0_. Acesso em: 27 de abril de 2014.
- RICKLEFS R E. 2003. A economia da natureza. 5ª edição. Rio de Janeiro: Guanabara Koogan, 503 p.
- RICKLEFS R E. 2011. A economia da natureza. 6ª edição. Rio de Janeiro: Guanabara Koogan, 546 p.
- SAWAYA R J, MARQUES O A V E MARTINS M. 2008. Composition and natural history of a Cerrado snake assemblage at Itirapina, São Paulo state, southeastern Brazil. *Biota Neotropica* 8(2): 129-151.
- SANTOS T G, KOPP K A, SPIES M R, TREVISAN R E CECHIN S Z. 2005. Répteis do Campus da Universidade Federal de Santa Maria, RS, Brasil. *Biota Neotropica* 5(1): 1-8.
- SANTOS M B, HUCKEMBECK S, BERGMANN F B E TOZETTI A M. 2010. Aquatic feeding behavior of *Liophis jaegeri* (Günther 1858) (Serpentes, Dipsadidae) in captivity. *Biota Neotropica* 10(4): 343-346.
- SANTOS M B, OLIVEIRA M C L M E TOZETTI A M. 2012. Diversity and habitat use by snakes and lizards in coastal environments of southernmost Brazil. *Biota Neotropica* 12(3): 78-87
- SAZIMA J E MARTINS M. 1990. Presas grandes e serpentes jovens: quando os olhos são maiores que a boca. *Memórias do Instituto Butantan* 52(3): 73-79.
- SCHMITT P E DEIQUES C H. 2009. Estudo da região etmoidal de *Liophis jaegeri jaegeri*, *Philodryas olfersii* e *Thamnodynastes strigatus*, a partir da reconstrução de modelos tridimensionais digitais e as adaptações morfológicas ao hábitat utilizado. *Neotropical Biology e Conservation* 4(1): 57-65
- SHINE R. 1991. Why do Larger Snakes Eat Larger Prey Items? *Functional Ecology* 5: 493-502.
- SKUK G. 1985. Los reptiles de lós bañados. *Ecoboletín* 13: 12-15.
- SÚAREZ Y R E LIMA-JUNIOR S E. (2009) Variação espacial e temporal nas assembléias de peixes de riachos na bacia do rio Guiraí, Alto Rio Paraná. *Biota Neotropica* 9(1): 102-111.

- TEIXEIRA R L E FONSECA F R. 2003. Tópicos ecológicos de *Leposoma scincoides* (Sauria, Gymnophthalmidae) da região de Mata Atlântica de Santa Teresa, Espírito Santo, sudeste do Brasil. Boletim do Museu de Biologia Mello Leitão 15: 17- 28.
- TOFT C A. 1985. Resource partitioning in amphibians and reptiles. Copeia 1985: 1-21.
- WAECHTER J L. 1985. Aspectos ecológicos da vegetação de restinga no Rio Grande do Sul, Brasil. Comunicações do Museu de Ciências da PUCRS, Série Botânica (33): 49-68.
- WEBB J K E SHINE R. 1993. Prey-size selection, gape limitation and predator vulnerability in Australian blindsnakes (Typhlopidae). Animal Behaviour 45: 1117-1126.
- WINCK G R, SANTOS T G E CECHIN S Z. 2007. Snake assemblage in a disturbed grassle environment in Rio Grande do Sul State, southern Brazil: population fluctuations of *Liophis poecilogyrus* e *Pseudablabe agassizii*. Annales Zoologici Fennici 44: 321-332.

ANEXOS

Anexo 1. Lista de espécimes analisados no presente trabalho, com informações sobre registro no livro tombo e localidade procedente. O material está depositado na Coleção Herpetológica da FURG.

Erythrolamprus jaegeri jaegeri. Rio Grande do Sul: ESEC TAIM - CHFURG 1077; CHFURG1190; CHFURG1736, CHFURG1737. Rio Grande – CHFURG1023; CHFURG1027; CHFURG1028; CHFURG1030; CHFURG1031; CHFURG1034; CHFURG1077; CHFURG1082; CHFURG1083; CHFURG1084; CHFURG1085; CHFURG1086; CHFURG1089; CHFURG1090; CHFURG1254; CHFURG1258; CHFURG1261; CHFURG1262; CHFURG1575; CHFURG1576; CHFURG1577; CHFURG1578; CHFURG1579; CHFURG1580; CHFURG1581; CHFURG1582; CHFURG1583; CHFURG1584; CHFURG1585; CHFURG1586; CHFURG1587; CHFURG1588; CHFURG1589; CHFURG1590; CHFURG1591; CHFURG1599; CHFURG1601; CHFURG1602; CHFURG1654; CHFURG1656; CHFURG1663; CHFURG1664; CHFURG1691; CHFURG1720; CHFURG1727; CHFURG1778; CHFURG1781; CHFURG1785; CHFURG1790; CHFURG1791; CHFURG1792; CHFURG1793; CHFURG1794; CHFURG1799; CHFURG1803; CHFURG1805; CHFURG1806; CHFURG1807; CHFURG1808; CHFURG1809; CHFURG1813; CHFURG1814; CHFURG1817; CHFURG1824; CHFURG1828; CHFURG1934; CHFURG1935; CHFURG1936; CHFURG1939; CHFURG1940.

Erythrolamprus poecilogyrus sublineatus. Rio Grande do Sul: ESEC TAIM – CHFURG1037; CHFURG1074; CHFURG1250; CHFURG1268; CHFURG1269; CHFURG1270; CHFURG1442; CHFURG1443; CHFURG1444; CHFURG1445; CHFURG1464; CHFURG1463; CHFURG2311. Rio Grande - CHFURG768; CHFURG773; CHFURG791; CHFURG792; CHFURG810; CHFURG812; CHFURG830; CHFURG831; CHFURG844; CHFURG845; CHFURG 846; CHFURG853; CHFURG854; CHFURG859; CHFURG863; CHFURG865; CHFURG880; CHFURG887; CHFURG889; CHFURG897; CHFURG905; CHFURG913; CHFURG915; CHFURG919; CHFURG920; CHFURG924; CHFURG 959; CHFURG 960; CHFURG1025; CHFURG1032; CHFURG1033; CHFURG1256; CHFURG1257; CHFURG1259; CHFURG1260; CHFURG1263; CHFURG1264; CHFURG1268; CHFURG1269; CHFURG1270; CHFURG 1365; CHFURG1548; CHFURG1608; CHFURG1646; CHFURG1631; CHFURG1636;

CHFURG1297; CHFURG1298; CHFURG1300; CHFURG1301; CHFURG1302;
CHFURG1303; CHFURG1304; CHFURG1305; CHFURG1306; CHFURG1407;
CHFURG1408; CHFURG1410; CHFURG1663; CHFURG1665; CHFURG1666;
CHFURG1667; CHFURG1668; CHFURG1669; CHFURG1670; CHFURG1671;
CHFURG1672; CHFURG1673; CHFURG1674; CHFURG1675; CHFURG1685;
CHFURG1686; CHFURG1687; CHFURG1688; CHFURG1689; CHFURG1690;
CHFURG1692; CHFURG1693; CHFURG1698; CHFURG1703; CHFURG1725;
CHFURG1726; CHFURG1728; CHFURG1729; CHFURG1735; CHFURG1736;
CHFURG1777; CHFURG1779; CHFURG1780; CHFURG1782; CHFURG1783;
CHFURG1784; CHFURG1786; CHFURG1787; CHFURG1788; CHFURG1789;
CHFURG1791; CHFURG1792; CHFURG1794; CHFURG1802; CHFURG1815;
CHFURG1816; CHFURG1932; CHFURG1933; São José do Norte - CHFURG1948.

Tabela 1. Lista dos itens alimentares e sua abundância observados na dieta de *Erythrolamprus jaegeri jaegeri* e *Erythrolamprus poecilogyrus sublineatus*.

TÁXON DA PRESA	<i>Erythrolamprus jaegeri jaegeri</i>				<i>Erythrolamprus poecilogyrus sublineatus</i>			
	PRESA N=28		ESTÔMAGOS		PRESA N=111		ESTÔMAGOS	
	N	%	N	%	N	%	N	%
ARTRÓPODES								
Isopoda								
Não identificado	2	7,1	2	9,5				
PEIXES								
Anablepidae								
<i>Jenynsia multidentata</i>					2	1,8	1	2,0
Characidae								
Não identificado					6	5,4	1	2,0
Poeciilidae								
<i>Phallocerus caudimaculatus</i>	3	10,7	1	4,8	39	35,1	1	2,0
ANFÍBIOS								
Bufonidae								
<i>Rhinella gr. granulosa</i>					6	5,4	6	12,1
Hylidae								
<i>Hypsiboas pulchellus</i>					2	1,8	2	4,1
Não identificado	1	3,6	1	4,8				
Leptodactylidae								
<i>Leptodactylus gracilis</i>					3	2,7	3	6,1
<i>Leptodactylus latrans</i>	10	35,7	6	28,6	29	26,1	17	34,7
<i>Physalaemus gracilis</i>	8	28,6	7	33,3	2	1,8	2	4,1
<i>Pseudopaludicola falcipes</i>	1	3,6	1	4,8				
Não identificado	2	7,1	2	9,5	2	1,8	2	4,1
Odontophrynidae								
<i>Odontophrynus maisuma</i>					12	10,8	7	14,3
Microhylidae								
<i>Elachistocleis bicolor</i>					2	1,8	2	4,1
Anuro não identificado	1	3,6	1	4,8	2	1,8	2	4,1
RÉPTEIS								
Gymnophthalmidae								
<i>Cercosaura schreibersii</i>					3	2,7	2	4,1
MAMÍFEROS								
Rodentia								
Não identificado					1	0,9	1	2,0

Tabela 2. Abundância numérica (N%), Análise Gravimétrica (P%), Frequência de Ocorrência (FO%) e Índice de Importância Alimentar (IRI) das espécies de presas

registradas no trato digestório de *E. j. jaegeri*. Os itens alimentares são listados em ordem crescente de abundância.

Presa	N%	P%	FO%	IRI (Pinkas)
<i>Leptodactylus latrans</i>	35,71	49	30	2549,86
<i>Physalaemus gracilis</i>	28,57	51	35	2775,06
<i>Phallocerus caudimaculatus</i>	10,71	0,001	5	53,58
Isopoda	7,143	0,0004	10	71,43
Leptodactylidae	7,14	0	10	71,43
Anuro não identificado	3,57	0	5	17,86
Hylidae	3,57	0	5	17,86
<i>Pseudopaludicola falcipes</i>	3,57	0,001	5	17,86

Tabela 3. Abundância numérica (N%), Análise Gravimétrica (P%), Frequência de Ocorrência (FO%) e Índice de Importância Alimentar (IRI) das espécies de presas registradas no trato digestório de *E. p. sublineatus*. Os itens alimentares são listados em ordem crescente de abundância.

Presa	N%	P(%)	FO%	IRI (Pinkas)
<i>Phallocerus caudimaculatus</i>	35,13	1,33	2,27	82,87
<i>Leptodactylus latrans</i>	26,13	56,67	38,64	3199,12
<i>Odontophrynus maisuma</i>	10,81	19,70	15,91	485,42
Characidae	5,40	0,11	2,27	12,55
<i>Rhinella gr. granulosa</i>	5,40	14,43	13,64	270,50
<i>Cercosaura schreibersii</i>	2,70	0,61	4,54	15,06
<i>Leptodactylus gracilis</i>	2,70	3,72	6,821	43,81
Anuro não identificado	1,80	0	4,54	8,19
<i>Elachistocleis bicolor</i>	1,80	1,06	4,54	13,00
<i>Hypsiboas pulchellus</i>	1,80	1,51	4,54	15,04
<i>Jenynsia multidentata</i>	1,80	0,20	2,27	4,55
Leptodactylidae	1,80	0	4,54	8,19
<i>Physalaemus gracilis</i>	1,80	0,65	4,54	11,15
Rodentia	0,90	0	2,27	2,05

Tabela 4. Comprimento rostro-cloacal (CRC) dos exemplares de *E. j. jaegeri*, comprimento total das presas (CT), razão CT/CRC em ordem crescente e sentido de ingestão das presas.

Táxon da Presa	CRC predador (mm)	CT presa (mm)	CT/CRC	Sentido de ingestão
Isopoda	307	12,06	0,04	ântero-posterior
<i>Physalaemus gracilis</i>	453	24,62	0,05	ântero-posterior
<i>Physalaemus gracilis</i>	453	30,28	0,07	pôstero-anterior
<i>Leptodactylus latrans</i>	266	19,87	0,07	ântero-posterior
<i>Leptodactylus latrans</i>	280	19,31	0,07	ântero-posterior
<i>Physalaemus gracilis</i>	371	24,64	0,07	ântero-posterior
<i>Leptodactylus latrans</i>	255	19,87	0,08	ântero-posterior
<i>Leptodactylus latrans</i>	280	21,70	0,08	ântero-posterior
<i>Leptodactylus latrans</i>	280	22,27	0,08	ântero-posterior
<i>Physalaemus gracilis</i>	315	25,96	0,08	ântero-posterior
<i>Leptodactylus latrans</i>	252	22,57	0,09	ântero-posterior
<i>Leptodactylus latrans</i>	252	23,04	0,09	pôstero-anterior
Leptodactylidae	182	18,02	0,10	ântero-posterior
<i>Leptodactylus latrans</i>	280	27,37	0,10	ântero-posterior
<i>Leptodactylus latrans</i>	281	29,92	0,11	ântero-posterior
<i>Physalaemus gracilis</i>	200	22,11	0,11	ântero-posterior
<i>Pseudopaludicola falcipes</i>	127	15,35	0,12	ântero-posterior
<i>Physalaemus gracilis</i>	274	32,09	0,12	ântero-posterior
<i>Leptodactylus latrans</i>	170	21,70	0,13	ântero-posterior
<i>Physalaemus gracilis</i>	196	28,40	0,14	ântero-posterior

Tabela 5. Comprimento rostro-cloacal (CRC) dos exemplares de *E. p. sublineatus*, comprimento total das presas (CT), razão CT/CRC em ordem crescente e sentido de ingestão das presas.

Táxon da Presa	CRC predador (mm)	CT presa (mm)	CT/CRC	Sentido de ingestão
<i>Leptodactylus latrans</i>	446	10,88	0,02	ântero-posterior
<i>Leptodactylus latrans</i>	446	11,13	0,02	ântero-posterior
<i>Leptodactylus latrans</i>	446	11,75	0,03	ântero-posterior
<i>Leptodactylus latrans</i>	446	15,45	0,03	ântero-posterior
<i>Elachistocleis bicolor</i>	473	20,00	0,04	ântero-posterior
<i>Leptodactylus latrans</i>	446	18,35	0,04	ântero-posterior
<i>Odontophrynus maisuma</i>	503	19,87	0,04	ântero-posterior
<i>Odontophrynus maisuma</i>	503	22,27	0,04	pósterio-anterior
<i>Leptodactylus gracilis</i>	354	18,88	0,05	pósterio-anterior
<i>Leptodactylus latrans</i>	440	22,65	0,05	ântero-posterior
<i>Odontophrynus maisuma</i>	397	19,58	0,05	ântero-posterior
<i>Leptodactylus latrans</i>	436	24,08	0,06	ântero-posterior
<i>Leptodactylus latrans</i>	313	23,34	0,07	ântero-posterior
<i>Rhinella gr. granulosa</i>	307	22,12	0,07	ântero-posterior
<i>Rhinella gr. granulosa</i>	528	39,58	0,07	ântero-posterior
<i>Rhinella gr. granulosa</i>	547	38,48	0,07	pósterio-anterior
<i>Rhinella gr. granulosa</i>	602	44,24	0,07	ântero-posterior
<i>Leptodactylus latrans</i>	297	24,65	0,08	ântero-posterior
<i>Leptodactylus gracilis</i>	454	37,45	0,08	ântero-posterior
<i>Rhinella gr. granulosa</i>	539	43,83	0,08	ântero-posterior
<i>Physalaemus gracilis</i>	253	23,12	0,09	pósterio-anterior
<i>Rhinella gr. granulosa</i>	516	44,17	0,09	ântero-posterior
<i>Leptodactylus latrans</i>	387	43,09	0,11	ântero-posterior
<i>Leptodactylus latrans</i>	479	50,89	0,11	ântero-posterior
<i>Leptodactylus latrans</i>	510	53,80	0,11	ântero-posterior
<i>Leptodactylus latrans</i>	199	24,24	0,12	pósterio-anterior
<i>Leptodactylus latrans</i>	415	53,80	0,13	ântero-posterior
<i>Odontophrynus maisuma</i>	192	24,08	0,13	ântero-posterior
<i>Leptodactylus latrans</i>	302	41,41	0,14	ântero-posterior
<i>Leptodactylus latrans</i>	508	68,66	0,14	ântero-posterior
<i>Odontophrynus maisuma</i>	185	25,02	0,14	ântero-posterior
<i>Odontophrynus maisuma</i>	305	41,79	0,14	ântero-posterior
<i>Odontophrynus maisuma</i>	305	48,87	0,16	ântero-posterior
<i>Leptodactylus latrans</i>	399	66,52	0,17	ântero-posterior

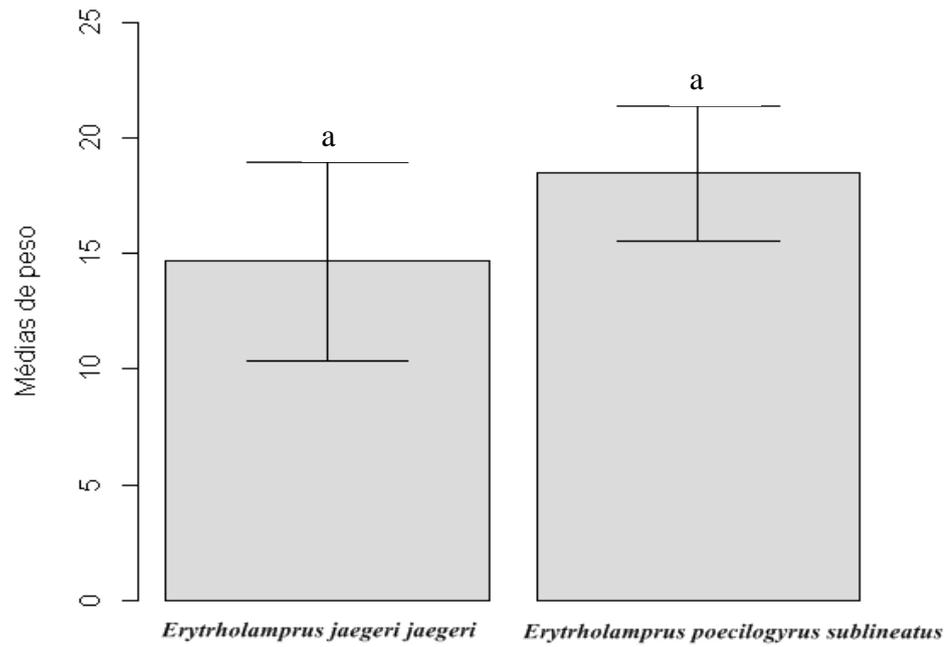


Figura 1. Médias de peso (em g) das serpentes de *Erythrolamprus jaegeri jaegeri* e *Erythrolamprus poecilogyrus sublineatus* neste estudo.

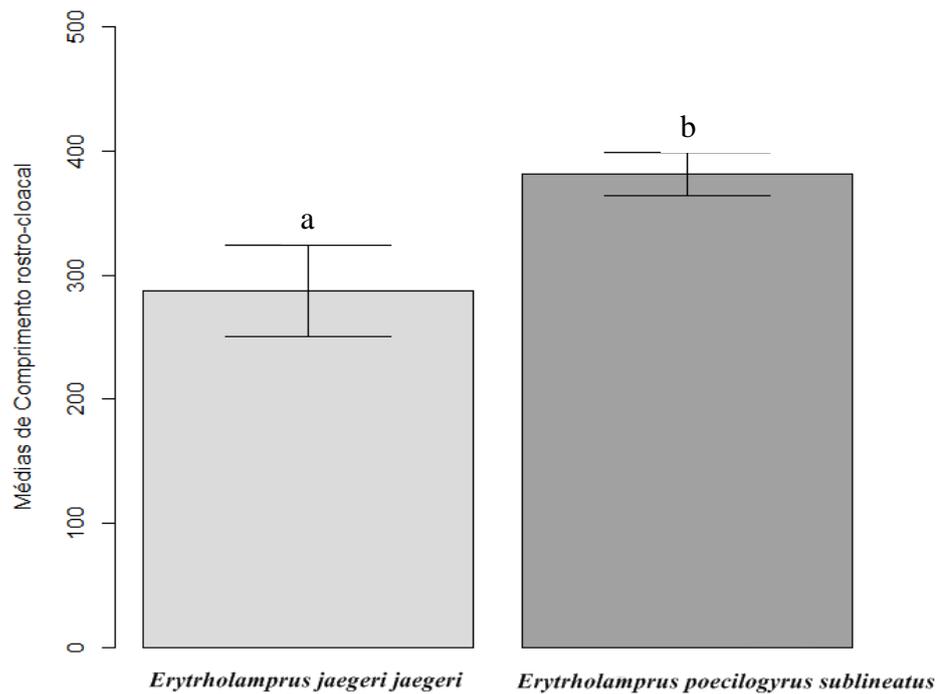


Figura 2. Médias de comprimento rostro-cloacal (CRC) (em mm) das serpentes de *Erythrolamprus jaegeri jaegeri* e *Erythrolamprus poecilogyrus sublineatus* neste estudo.

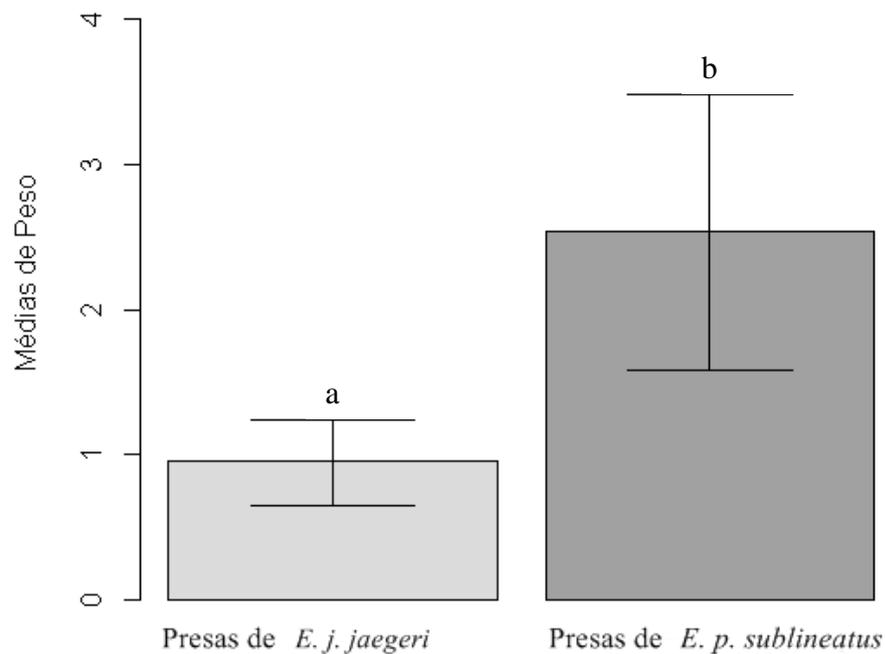


Figura 3. Médias de peso (em gramas) das presas encontradas no trato digestório de *Erythrolamprus jaegeri jaegeri* e *Erythrolamprus poecilogyrus sublineatus* neste estudo.

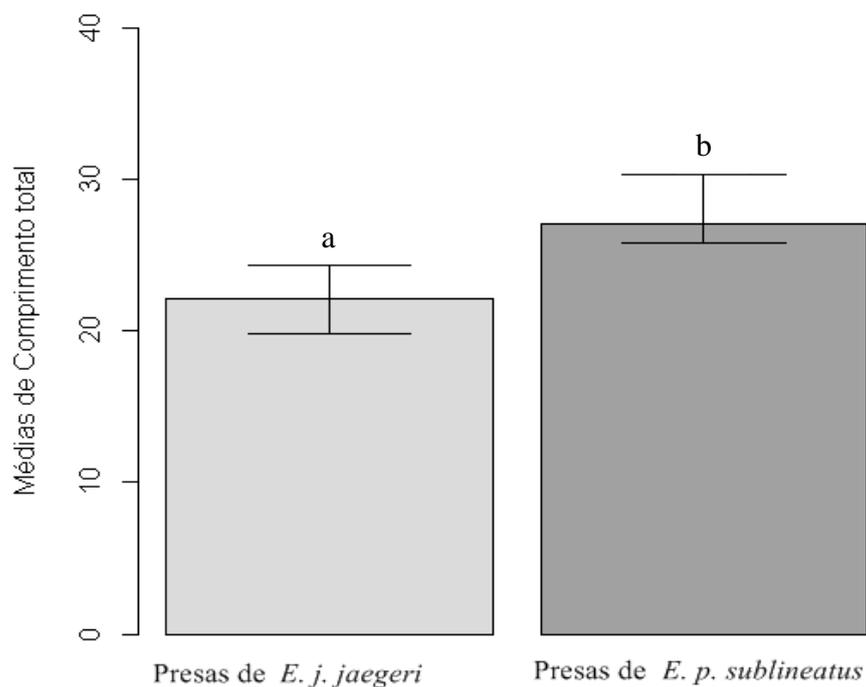


Figura 4. Médias de comprimento total (em mm) das presas encontradas no trato digestório de *Erythrolamprus jaegeri jaegeri* e *Erythrolamprus poecilogyrus sublineatus*.

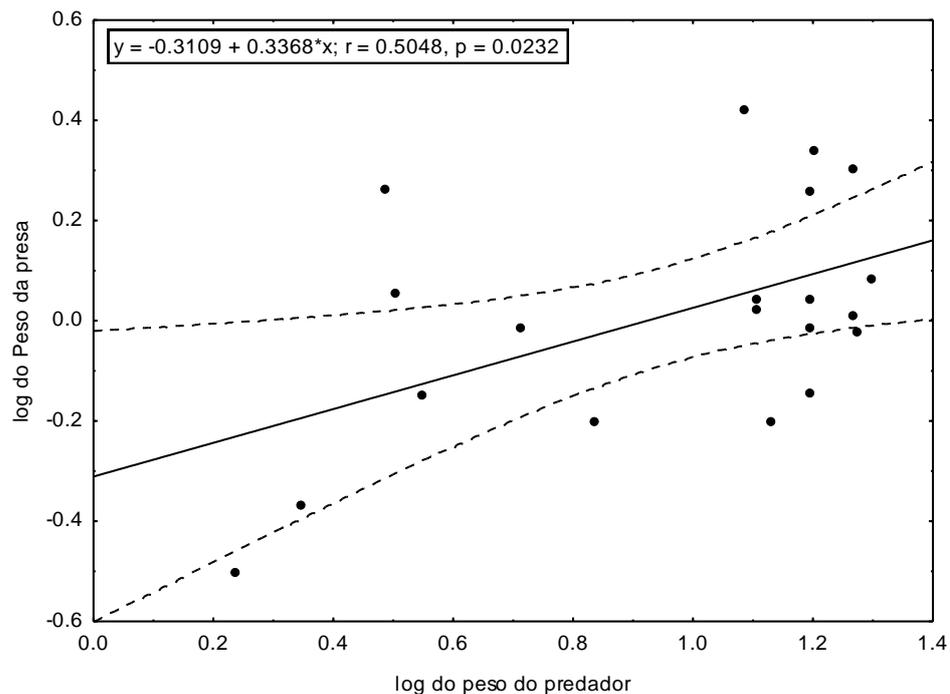


Figura 5. Regressão linear para o peso das presas em função do peso dos predadores em *Erythrolamprus jaegeri jaegeri*. O nível de significância foi $p < 0.05$.

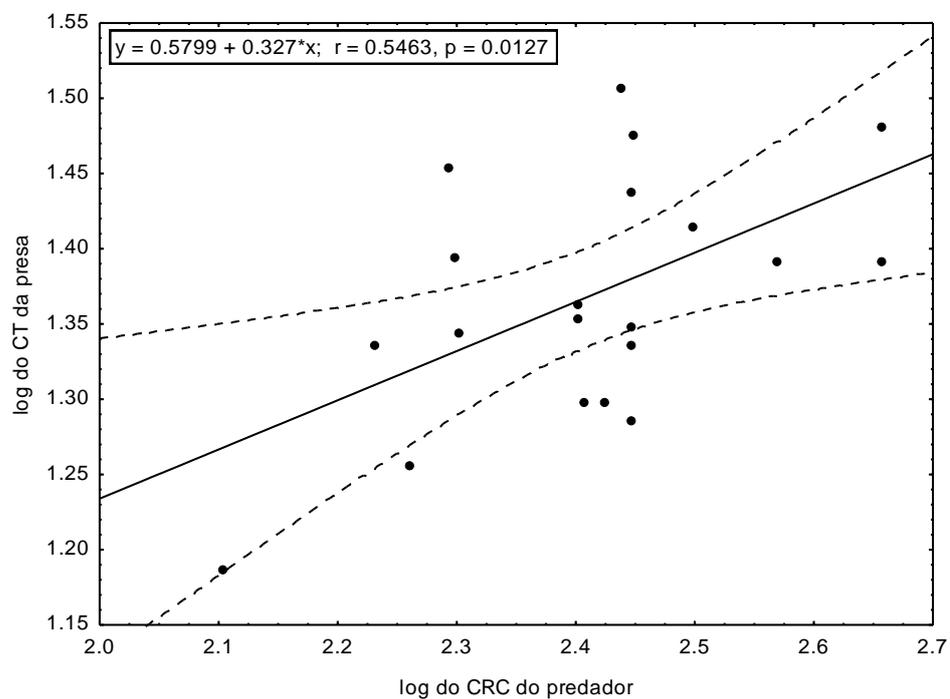


Figura 6. Regressão linear para o comprimento total das presas (CT) em função do comprimento rostro-cloacal (CRC) dos predadores em *Erythrolamprus jaegeri jaegeri*. O nível de significância foi $p < 0.05$.

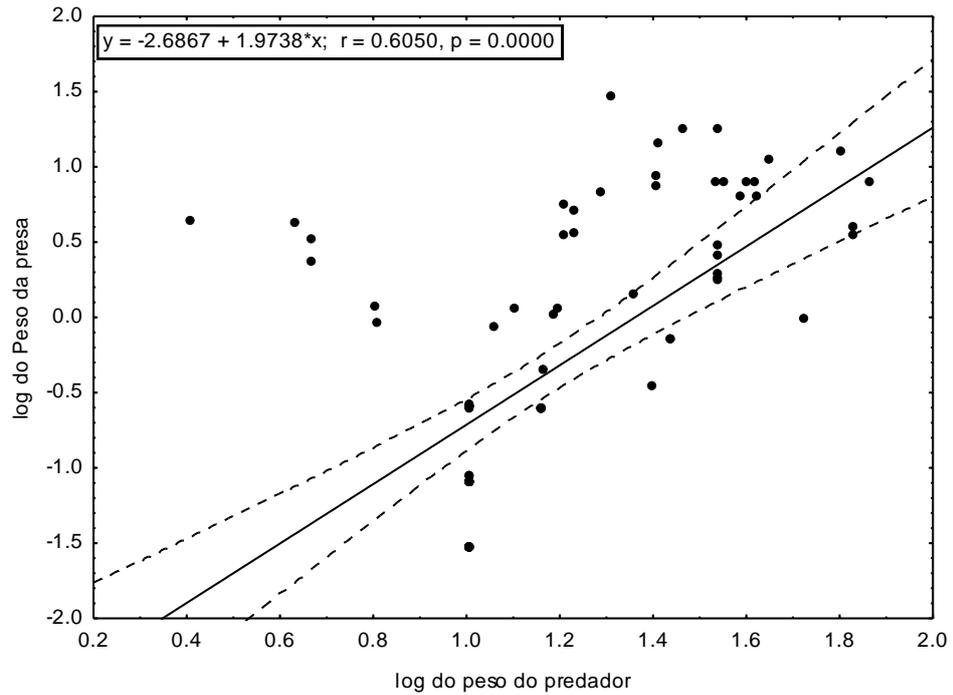


Figura 7. Regressão linear para o peso das presas em função do peso dos predadores em *Erythrolamprus poecilogyrus sublineatus*. O nível de significância foi $p < 0.05$.

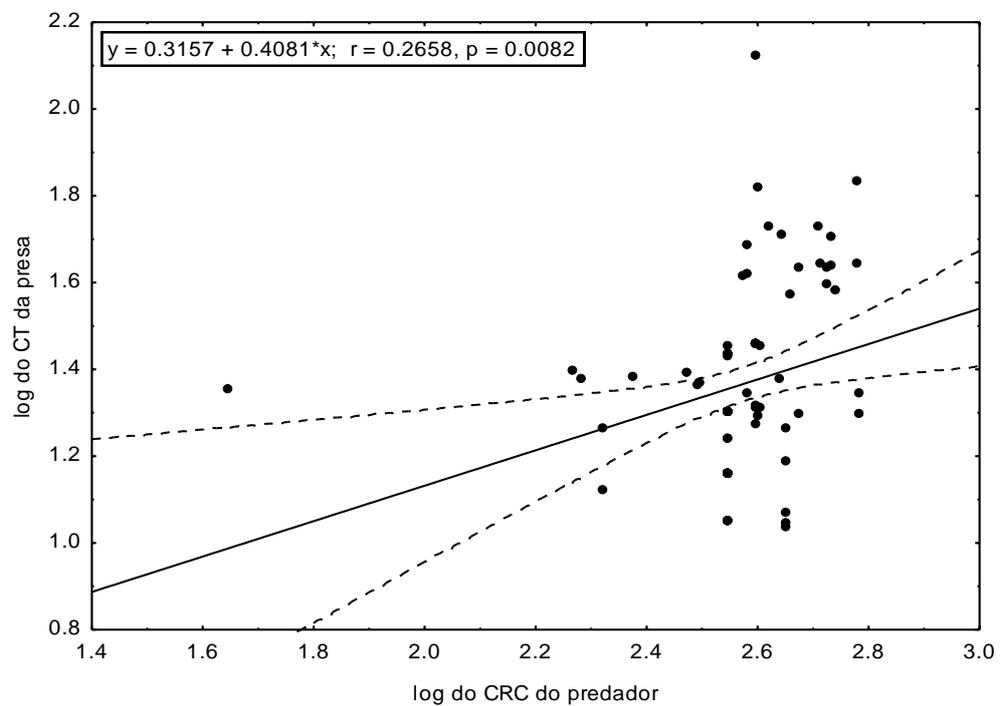


Figura 8. Regressão linear para o comprimento total das presas (CT) em função do comprimento rostro-cloacal (CRC) dos predadores *Erythrolamprus poecilogyrus sublineatus*. O nível de significância foi $p < 0.05$.

Modelo	AIC
CT ~ CC + LC + AC + CB + LB + CM	- 51.16
CT ~ CC + LC + AC + LB + CM	-52.71
CT ~ CC + LC + LB + CM	-54.18
CT ~ CC + LC + CM	-55.32
CT ~ CC + CM	-56.42
CT ~ CC	-57.72

Figura 9. Modelos gerados pela regressão stepwise, utilizando o comprimento total das presas como variável resposta e o as medidas da cabeça de *E. j. jaegeri* como variáveis explicativas. CT = comprimento total; CC= comprimento da cabeça; LC = largura da cabeça; AC = altura máxima da cabeça; CB = comprimento da boca; LB = largura da boca; CM = comprimento da mandíbula inferior.

Modelo	AIC
CT ~ CC + LC + AC + COB + LB + CM	-148.46
CT ~ LC + AC + CB + LB + CM	-150.46
CT ~ LC + AC + CB + CM	-151.56
CT ~ LC + AC + CB	-151.52
CT ~ LC + AC	-152.79

Figura 10. Modelos gerados pela regressão stepwise, utilizando o comprimento total das presas como variável resposta e o as medidas da cabeça de *E. p. sublineatus* como variáveis explicativas.

CT = comprimento total; CC= comprimento da cabeça; LC = largura da cabeça; AC = altura máxima da cabeça; CB = comprimento da boca; LB = largura da boca; CM = comprimento da mandíbula inferior.