

# CONTRIBUIÇÃO AO CONHECIMENTO DA DIETA, ATIVIDADE ALIMENTAR E REPRODUÇÃO DE *Lolliguncula brevis* (BLAINVILLE, 1823) NA REGIÃO COSTEIRA DE SANTOS (ESTADO DE SÃO PAULO)

Leandro Inoe COELHO<sup>1,2</sup>; Elizabeti Yuriko MUTO<sup>1</sup>; José Eduardo Amoroso Rodriguez MARIAN<sup>3</sup>; Lucy Satiko Hashimoto SOARES<sup>1</sup>

## RESUMO

Este estudo teve como objetivo investigar a dieta e atividade alimentar de *Lolliguncula brevis* na região costeira de Santos. A amostra foi também caracterizada quanto à proporção sexual e estágio de maturação gonadal dos exemplares. As coletas foram realizadas com rede de arrasto de fundo em setembro de 2005 e março de 2006, na baía e plataforma continental ao largo de Santos. Foram coletados 181 exemplares, de 17 a 50 mm de comprimento de manto, entre 8,9 e 26,5 m de profundidade. A proporção sexual foi de 1,7 fêmeas:1 macho; machos atingem maturação gonadal com menor tamanho que as fêmeas. Nas duas épocas do ano, a maioria dos machos estavam maduros, dos quais o menor mediu 23 mm de comprimento de manto. A menor fêmea madura mediu 32 mm, e todas com tamanho superior a 40 mm estavam maduras. Os resultados do grau de digestão do alimento, grau de repleção estomacal e do Índice de Repleção sugerem que a espécie se alimenta ao longo de todo o dia, com maior intensidade ao anoitecer, no entanto, amostras da fase escura do dia não foram coletadas. Os itens identificados nos conteúdos estomacais foram crustáceos, peixes teleósteos, cefalópodes, briozoários e nematódeos. Crustáceos foram as presas mais importantes em todas as faixas de comprimento, no entanto, a importância dos peixes aumenta e a de crustáceos diminui na dieta das lulas maiores. A contribuição relativa de crustáceos na dieta foi maior no período da tarde e anoitecer, e a de peixes no período da manhã.

**Palavras-chave:** Loliginidae; alimentação; conteúdo estomacal; proporção sexual; Brasil; Atlântico Sudoeste

# CONTRIBUTION TO THE KNOWLEDGE ON THE DIET, FEEDING ACTIVITY, AND REPRODUCTION OF *Lolliguncula brevis* (BLAINVILLE, 1823) IN THE COASTAL REGION OFF SANTOS (SÃO PAULO STATE)

## ABSTRACT

This study aimed to investigate the diet and feeding activity of the squid *Lolliguncula brevis* in the coastal region of Santos. Sex ratio and maturity stages of the specimens were also evaluated. The sampling was carried out in September 2005 and March 2006 in Santos Bay and the continental shelf off Santos. A total of 181 specimens from 17 to 50 mm of mantle length were caught between the depths of 8.9 and 26.5 m. The sex ratio was 1.7 females:1 male; males attain gonadal maturity at smaller size than females. In both periods, most males were mature, the smallest of them measuring 23 mm of mantle length. The smallest mature female measured 32 mm, while all females larger than 40 mm were mature. The results of the digestion degree, the fullness degree and the fullness index suggest that the food intake occurs throughout the day, but with higher intensity at dusk; however, samples from the dark period of the day were not collected. The items identified in the stomach contents were crustaceans, bony fish, cephalopods, bryozoans, and nematodes. Crustaceans were the most important food for all size classes. However, as the squid body enlarged, the importance of fish in the diet increased and that of crustaceans decreased. The relative contribution of crustaceans in the diet was greater during the afternoon and dusk, and that of fish during the morning.

**Key words:** Loliginidae; feeding; stomach content; sex-ratio; Brazil; Southwest Atlantic

**Artigo Científico:** Recebido em: 15/07/2010 – Aprovado em: 30/12/2010

<sup>1</sup> Instituto Oceanográfico, Universidade de São Paulo - Departamento de Oceanografia Biológica. Pça do Oceanográfico, 191 - Cidade Universitária - CEP: 05.508-120 - São Paulo - SP - Brasil

<sup>2</sup> e-mail: coelho.leandroi@gmail.com

<sup>3</sup> Instituto de Biociências, Universidade de São Paulo - Departamento de Zoologia. R. do Matão, trav. 14, nº 101 - Cidade Universitária - CEP: 05.508-900 - São Paulo - SP - Brasil

## INTRODUÇÃO

O estudo das relações alimentares entre os organismos é imprescindível para a compreensão do fluxo de energia e o funcionamento de um ecossistema. Nesse contexto, os cefalópodes figuram como um importante grupo a ser investigado, pois representam importante fonte de alimento para consumidores de topo na cadeia alimentar, tais como peixes (SMALE, 1996), focas (KLAGES, 1996), cetáceos (CLARKE, 1996) e aves marinhas (CROXALL e PRINCE, 1996). Por sua vez, são predadores de diversas espécies de peixes e invertebrados (RODHOUSE e NIGMATULLIN, 1996), representando, portanto, um importante elo na cadeia trófica marinha.

Estudos realizados por SANTOS e HAIMOVICI (2000, 2001, 2002) comprovaram o importante papel dos cefalópodes na trama trófica da plataforma continental e talude das regiões Sul e Sudeste do Brasil. Entretanto, o conhecimento sobre a ecologia trófica de lulas na costa brasileira está restrito a poucas espécies, notadamente aos loliginídeos *Loligo plei* e *L. sanpaulensis* (ANDRIGUETO e HAIMOVICI, 1997; MARTINS, 2002; GASALLA *et al.*, 2010) e ao omastrefídeo *Illex argentinus* (SANTOS e HAIMOVICI, 1997), espécies de grande importância comercial.

*Lolliguncula brevis* é uma espécie nerítica que habita águas costeiras, com temperaturas entre 15 e 32°C, sendo abundante em baías e estuários (ROPER *et al.*, 1984). Ocorre na costa ocidental do Atlântico, desde Nova Jersey (EUA) até Santa Catarina (Brasil) (VECCHIONE, 2002; ZALESKI, 2005). A espécie destaca-se entre os cefalópodes por ser eurialina (BARTOL *et al.*, 2002), realizando incursões a águas de baixa salinidade. Além disso, seu pigmento respiratório apresenta alta afinidade por oxigênio, característica que provê maior tolerância a ambientes hipóxicos (MANGUM, 1991), conferindo à espécie maior capacidade de explorar diferentes recursos alimentares e evitar predadores (VECCHIONE, 1991).

*L. brevis* pode mimetizar a forma de fragmentos de algas para evitar predadores, bem como mimetizar a forma, cor e padrão natatório de pequenos peixes, camuflando-se no cardume para obter alimento (MARTINS e PEREZ, 2006). Análises de conteúdos estomacais da espécie são escassas, podendo-se citar os estudos de

DRAGOVICH e KELLY (1963) e MARTINS (2002), os quais foram realizados apenas de forma qualitativa ou considerando amostras pouco representativas. Além desses, há inferências sobre as preferências alimentares da espécie, feitas com base em associações de populações de *L. brevis* e zooplâncton (LAUGHLIN e LIVINGSTON, 1982) ou relacionadas a cardumes de pequenos peixes engraulídeos (OGBURN-MATTHEWS e ALLEN, 1993; MARTINS e PEREZ, 2006). Recentemente, ZALESKI (2010) trouxe grande contribuição ao conhecimento dos hábitos alimentares da espécie no Sul do Brasil, por meio da análise dos conteúdos estomacais de exemplares coletados na Armação de Itapocoroy (Santa Catarina). Foram identificados crustáceos, peixes ósseos, lulas e poliquetas nos estômagos de *L. brevis*, sendo crustáceos os itens predominantes, independente do sexo, estágio de maturação gonadal e estação do ano.

Análises do conteúdo estomacal de cefalópodes são limitadas pela dificuldade de identificação das presas, as quais, além de serem dilaceradas em pequenos fragmentos antes da ingestão, são digeridas rapidamente por um sistema digestório altamente eficiente (BOYLE e RODHOUSE, 2005). No entanto, esse tipo de análise fornece informações importantes acerca dos níveis tróficos dos organismos predados pelos cefalópodes, revelando-se muito útil em investigações acerca dos hábitos alimentares de diversas espécies (e.g., SANTOS e HAIMOVICI, 1997).

Visando ampliar o conhecimento sobre a ecologia de *L. brevis* na região costeira ao largo de Santos (SP), este trabalho teve como objetivos caracterizar o hábito alimentar de *L. brevis* em relação ao ciclo diário de atividade alimentar e à variação temporal e ontogenética da dieta. A amostra foi também caracterizada em relação à proporção sexual e maturação gonadal dos exemplares, com o objetivo de produzir dados que subsidiem estudos futuros sobre o ciclo de vida da espécie.

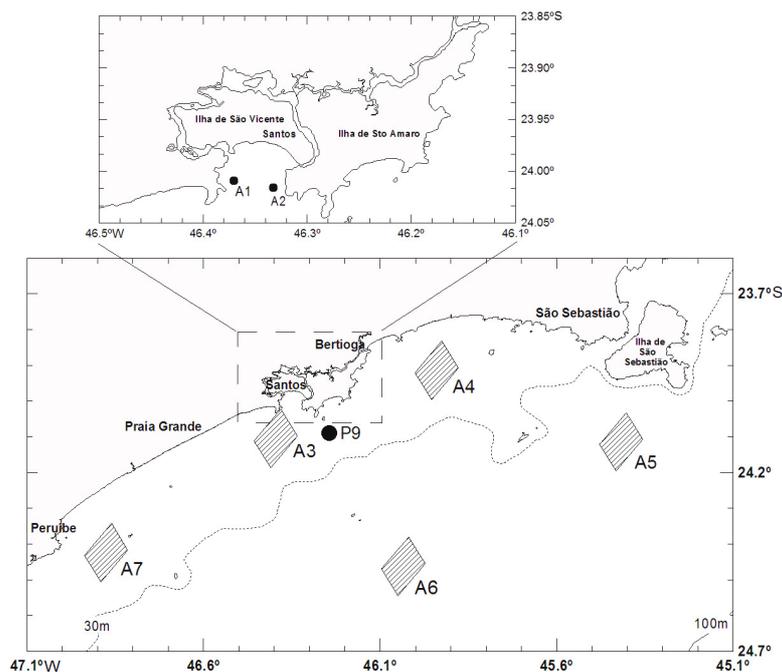
## MATERIAL E MÉTODOS

### *Coletas de amostras e de dados*

As amostras foram coletadas durante dois cruzeiros oceanográficos realizados a bordo do

N/Oc. Prof. W. Besnard, na Baía de Santos e plataforma continental adjacente, em setembro de 2005 (inverno) e março de 2006 (verão), no âmbito do projeto "A influência do complexo estuarino da Baixada Santista na plataforma continental adjacente" (ECOSAN), desenvolvido pelo Instituto Oceanográfico da Universidade de São Paulo. As coletas foram efetuadas com rede de arrasto de fundo de 17 m de

comprimento, malhagem de 60 mm entrenós opostos no corpo e na manga, e de 25 mm no ensacador, com cada porta pesando 100 kg. Foram realizados arrastos de 15 minutos em duas áreas no interior da baía de Santos (A1 e A2), e de 30 minutos, em quatro áreas da plataforma continental interna (A3, A4, A7 e P9) e duas na plataforma continental externa (A5 e A6) (Figura 1).



**Figura 1.** Mapa ilustrando a localização das áreas de amostragem do projeto ECOSAN, realizada na Baía de Santos (A1 e A2) e plataforma continental adjacente interna (A3, A4, A7 e P9) e externa (A5 e A6), em setembro de 2005 e março de 2006

Imediatamente após as coletas, as lulas foram armazenadas em câmara fria mantida em  $-15^{\circ}\text{C}$ . Em laboratório, foram obtidos dados de comprimento

do manto (mm), massa corporal total (g), gênero e estágio de maturação gonadal, de acordo com escala adaptada de PEREZ *et al.* (2002) (Quadro 1).

Quadro 1. Escala de estádios de maturação gonadal para machos e fêmeas de *Loliguncula brevis*

Estádio	Machos	Fêmeas
Imaturo	Órgãos reprodutivos apenas diferenciados.	Órgãos reprodutivos apenas diferenciados.
Em maturação	Testículo desenvolvido, presença de espermatozoides no vaso deferente, ausência de espermatozoides no saco espermatofórico.	Ovário, oviduto e glândulas acessórias desenvolvidas, mas relativamente pequenas. Ausência de ovócitos no interior do oviduto.
Maduro	Testículo e órgão espermatofórico muito desenvolvidos. Poucos a muitos espermatozoides presentes no saco espermatofórico.	Ovário, oviduto e glândulas acessórias muito desenvolvidas. Ovócitos visíveis no interior do oviduto.

Todos os espécimes foram dissecados para remoção dos estômagos, que foram fixados em solução de formalina 10% tamponada. Os estômagos foram primeiramente pesados (0,001 g) e classificados de acordo com o grau de repleção (GR), representado pela proporção do volume do estômago ocupado por alimento, determinado visualmente segundo a escala: **0**, vazio; **1**, > 0 e ≤ 25% (quase vazio); **2**, > 25 e ≤ 50% (meio cheio); **3**, > 50 e ≤ 75% (quase cheio); e **4**, > 75% (cheio). O conteúdo estomacal foi removido e armazenado em frasco contendo álcool a 70%. O estômago esvaziado foi pesado e, pela diferença entre a massa do estômago cheio e esvaziado, foi obtida a massa do conteúdo. Dos 181 exemplares coletados, dois foram excluídos, uma vez que seus estômagos estavam danificados.

Os conteúdos foram classificados quanto ao grau de digestão em: A) Conteúdo digerido - alimento em avançado grau de digestão, impossibilitando a identificação de quaisquer organismos e, portanto, eliminado das análises de dieta; B) Conteúdo identificado - alimento preservado, possibilitando sua identificação, sendo também um indicador de ingestão recente do alimento.

As presas foram identificadas em estereomicroscópio até a categoria taxonômica possível, sendo posteriormente pesadas (0,001 g). A identificação das presas foi baseada em estruturas características de cada grupo, que normalmente são mais resistentes à digestão: A) Crustáceos - carapaças, telson e/ou urópodos e outros apêndices característicos; B) Cefalópodes - fragmentos de manto, tentáculos e/ou ventosas, olhos ou cristalinos, gládio e bicos; C) Peixes - cristalinos, raios e espinhos de nadadeiras, coluna vertebral, musculatura; e D) Briozoários - estruturas de sustentação.

#### Análise de dados

Para a caracterização das amostras de inverno e verão, foram calculadas a proporção sexual e a proporção entre os estádios de maturação dos machos (M) e fêmeas (F) por classes de tamanho de 10 mm. Utilizando-se tabela de contingência e teste de qui-quadrado ( $\chi^2$ ), a proporção sexual foi comparada entre as épocas do ano, e a razão de

1F:1M foi testada para as amostras de verão, inverno e total. Foi considerado o nível de significância de 5% para todos os testes estatísticos realizados.

Para se obter informações quanto aos períodos do dia de maior atividade alimentar, as amostras foram agrupadas de acordo com os seguintes períodos: Manhã - entre 08h00 e 12h00; Tarde - entre 12h00 e 17h00; e Anoitecer - entre 17h00 e 20h00, considerando-se a amostra total (verão e inverno). As proporções dos graus de repleção estomacal, assim como o grau de digestão do alimento nos diferentes períodos do dia, foram comparadas através do teste de  $\chi^2$ . Para as análises estatísticas, os graus de repleção foram agrupados em: ≤ 50% (GR 0+1+2) e > 50% (GR 3+4) do volume do estômago preenchido com alimento.

Foi também calculado o Índice de Repleção (IR) estomacal, de acordo com a fórmula:

$$IR = M_C \times 100 / M_T$$

onde:  $M_C$  = Massa do conteúdo estomacal;  $M_T$  = Massa total do indivíduo.

Os valores de IR por período do dia não apresentaram distribuição normal, portanto, as medianas foram comparadas por meio de análise de variância não paramétrica (Kruskal-Wallis), seguida pelo teste de comparação múltipla de Dunn, quando detectadas diferenças significativas entre as amostras ( $P < 0,05$ ).

A importância dos diferentes tipos de presas na dieta de *L. brevis* foi avaliada pelo Índice Alimentar (IA), de acordo com a fórmula de KAWAKAMI e VAZZOLER (1980) modificada:

$$IA_i \% = [(M_i \% \times O_i \%)/ \Sigma (M_i \% \times O_i \%)] \times 100.$$

As frequências de ocorrência (O%) e massa percentual (M%) foram calculadas segundo HYSLOP (1980):

$$O_i = \frac{\text{número de estômagos contendo presa}_i}{\text{número total de estômagos analisados}} \times 100$$

$$M_i = \frac{\text{massa da categoria de presa}_i}{\text{massa total de todas as presas}} \times 100$$

Foram realizadas comparações temporais da dieta (setembro de 2005 e março de 2006, e períodos do dia). Visando identificar mudanças na alimentação associadas ao crescimento, foram realizadas análises por classes de comprimento de manto de 10 mm.

## RESULTADOS

### Caracterização da amostra

As lulas analisadas foram capturadas na baía e nas áreas mais rasas da plataforma,

entre 8,9 a 26,5 m de profundidade, não sendo coletado nenhum exemplar na plataforma externa (A6 e A7). No total, foram capturados 181 exemplares de 17 a 50 mm de comprimento de manto, sendo 45,3% no cruzeiro de inverno 2005 e 54,7%, no de verão 2006 (Tabela 1). A amostra de inverno foi composta por lulas capturadas, em sua maioria, na plataforma interna, com apenas 04 indivíduos coletados na baía, enquanto que no verão, todos os exemplares foram coletados na baía.

**Tabela 1.** Área, datas, locais, horários, profundidades de coleta, amplitude de comprimento do manto (CM) e número de exemplares fêmeas (F), machos (M) e total (T) de *Lolliguncula brevis*, coletados na Baía de Santos e plataforma continental adjacente, em setembro de 2005 e março de 2006. PI = plataforma interna

Área	Data	Local	Horário (h)	Profundidade (m)	CM (mm)	F	M	T
A1	11/09/2005	Baía	09h45	9,1	28-32	2	2	4
A4	13/09/2005	PI	08h45	20,9				
			09h40	21,3	27-48	32	18	50
			10h40	21				
A7	09/09/2005	PI	18h12	20	26-43	10	3	13
			19h15	21				
P9	15/09/2005	PI	13h10	26,5	23-41	9	6	15
A1	02/03/2006	Baía	16h40	8,9	17-49	25	15	40
A2	02/03/2006	Baía	09h30	11	23-50	35	24	59
<b>TOTAL</b>					17-50			181

A proporção sexual foi semelhante entre as duas épocas ( $\chi^2_{(0,05, 1)} = 0,310$ ) e estatisticamente diferente da razão 1 fêmea:1macho no verão, inverno e para a amostra total (Tabela 2), com predomínio de fêmeas nos dois períodos.

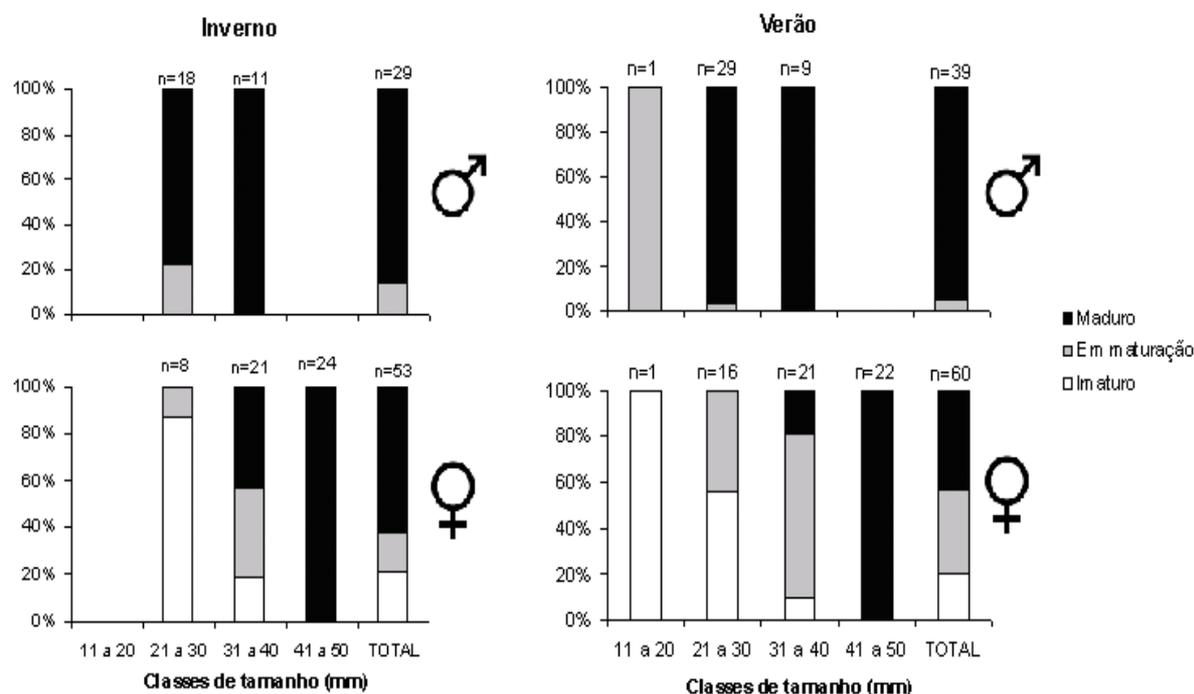
**Tabela 2.** Número de fêmeas (F), machos (M) e proporção sexual de *Lolliguncula brevis* coletados na Baía de Santos e plataforma continental adjacente em setembro de 2005 (inverno) e março de 2006 (verão). São apresentados os resultados do teste de  $\chi^2$  comparando a proporção sexual de 1F:1M. \* denota variação significativa ( $P < 0,05$ )

	Fêmeas	Machos	F : M	$\chi^2_{(0,05, 1)}$
Inverno	53	29	1,8 : 1	7,024*
Verão	60	39	1,5 : 1	4,455*
Total	113	68	1,7 : 1	11,118*

Verificou-se que, nas duas épocas, os exemplares machos estavam em maturação ou maduros, havendo predomínio dos indivíduos maduros em todas as classes de comprimento (Figura 2). Exceção ocorreu na classe de 11-20 mm a qual, no verão, foi representada por apenas um indivíduo em maturação (Figura 2). Com relação às fêmeas, observou-se um indivíduo imaturo (11-20 mm) na coleta de verão. Na classe de 21-30 mm, predominaram os indivíduos imaturos nos dois períodos. Na classe de 31-40 mm, ocorreram indivíduos imaturos, em maturação e maduros, com predomínio de exemplares maduros no inverno e em maturação no verão. Na classe de tamanho de 41-50 mm, todas as fêmeas estavam

maduras, nos dois períodos (Figura 2). Com relação aos exemplares maduros, o

menor macho mediu 23 mm e a menor fêmea 32 mm de comprimento de manto.



**Figura 2.** Proporção dos estádios de maturação gonadal de machos e fêmeas de *Lolliguncula brevis*, por classe de tamanho (comprimento de manto), dos exemplares coletados na Baía de Santos e plataforma continental adjacente no inverno (setembro de 2005) e verão (março de 2006). n = tamanho da amostra

#### Atividade alimentar

A proporção de estômagos com conteúdos estomacais identificados e muito digeridos diferiu entre os períodos do dia ( $\chi^2_{(0,05, 2)} = 9,742$ ). Verificou-se que no período matutino predominaram exemplares com conteúdo digerido. No período da tarde, não houve diferença significativa entre os dois grupos (Tabela 3). Não foi possível comparar estatisticamente as amostras do anoitecer, no entanto, pôde-se observar que o número de estômagos com conteúdo identificado foi maior que o com conteúdo digerido (Tabela 3).

As proporções dos graus de repleção estomacal (GR) agrupados diferiram significativamente nos período da manhã e tarde, havendo predomínio de estômagos com menos de 50% do volume com alimento (Tabela 4). A maioria dos estômagos estava quase vazia (GR = 1) e meio cheia (GR = 2) nos dois

períodos (Tabela 4). Na amostra do anoitecer, entretanto, não houve diferença significativa entre os dois grupos de GR.

**Tabela 3.** Número de estômagos com conteúdos estomacais digeridos e com conteúdo identificado, por períodos do dia, de exemplares de *Lolliguncula brevis* coletados na Baía de Santos e plataforma continental adjacente, em setembro de 2005 e março de 2006. São apresentados os resultados do teste de  $\chi^2$ , comparando-se a proporção entre conteúdo estomacal digerido e identificado. \*denota variação significativa ( $P < 0,05$ ). O teste não foi aplicado para a amostra do Anoitecer

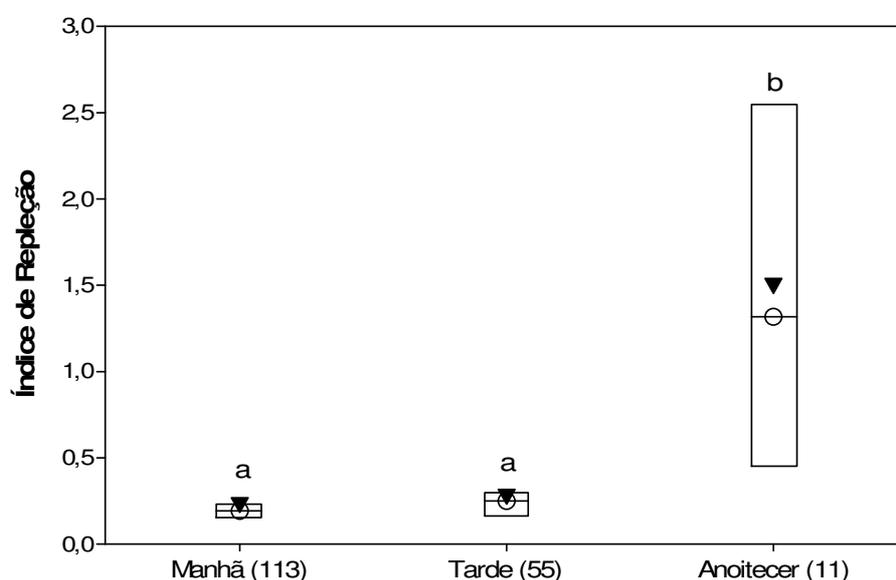
Período	Conteúdo estomacal		$\chi^2_{(0,05, 1)}$
	digerido	identificado	
Manhã	76	31	18,925*
Tarde	28	21	1,000
Anoitecer	3	8	-

**Tabela 4.** Número de estômagos vazios a meio cheios (GR 0+1+2) e quase cheios a cheios (GR 3+4) por períodos do dia, dos exemplares de *Lolliguncula brevis* coletados na Baía de Santos e plataforma continental adjacente, em setembro de 2005 e março de 2006. São apresentados os resultados do teste de  $\chi^2$ , comparando as amostras agrupadas dos graus de repleção (GR). \*denota variação significativa (\* $P < 0,05$ )

Período	GR 0+1+2	GR 3+4	$\chi^2_{(0,05,1)}$
Manhã	99	14	63,938*
Tarde	49	6	33,618*
Anoitecer	5	6	0,091

O Índice de Repleção (IR) estomacal de *Lolliguncula brevis* (Figura 3) variou entre os períodos do dia (Kruskal-Wallis:  $H = 25,44$ ;  $P < 0,0001$ ).

O teste de comparações múltiplas de Dunn indicou que a amostra do anoitecer apresentou IR significativamente maior em relação a todas as outras amostras ( $P < 0,001$ ) (Figura 3), concordando com a tendência observada com os dados de grau de digestão do alimento e de grau de repleção estomacal (Tabelas 3 e 4).



**Figura 3.** Média (triângulo) e mediana (círculo) com intervalo de confiança de 95% (barra) do Índice de Repleção (IR) nos diferentes períodos do dia, dos exemplares de *Lolliguncula brevis* coletados na Baía de Santos e plataforma continental adjacente, em setembro de 2005 e março de 2006. Número de exemplares indicado entre parênteses. Letras distintas denotam diferenças significativas ( $P < 0,05$ ) entre as amostras, segundo o teste de comparações múltiplas de Dunn

### Dieta

Foram identificados, na dieta de *L. brevis*, organismos pertencentes aos grupos Crustacea, Teleostei, Cephalopoda, Bryozoa e Nematoda (Tabela 5). Também foram encontrados, com menores frequências, vermes (distintos de Nematoda, Polychaeta e Trematoda) e outros organismos não identificados. Verificou-se, por meio do Índice Alimentar (IA), que a dieta das

lulas coletadas no inverno e verão foram semelhantes (Tabela 5). Os crustáceos destacaram-se como o grupo mais importante, representando 71,5% e 91,8% da dieta, nas coletas de inverno e verão, respectivamente, sendo o item com maior ocorrência e contribuição em massa nas duas épocas. Outro grupo importante foi o dos teleosteos, representando 25,4% do IA, no inverno e 7,9%, no verão.

**Tabela 5.** Frequência de ocorrência (O%), massa percentual (M%) e Índice Alimentar (IA%) das presas de *Lolliguncula brevis*, por época de coleta, de exemplares coletados na Baía de Santos e plataforma continental adjacente, em setembro de 2005 e março de 2006. n.i. = não identificado.

Itens alimentares	Inverno			Verão			Total		
	O%	M%	IA%	O%	M%	IA%	O%	M%	IA%
Bryozoa	2,7	<0,1	<0,1	8,7	1,8	0,3	5,0	0,3	<0,1
Crustacea	48,6	59,4	71,5	73,9	66,1	91,8	58,3	60,6	80,2
Teleostei	29,7	34,5	25,4	13,0	32,1	7,9	23,3	34,1	18,0
Cephalopoda	24,3	5,0	3,0	4,3	<0,1	<0,1	16,7	4,1	1,6
Organismo n.i.	5,4	1,1	0,2	8,7	<0,1	<0,1	6,7	0,9	0,1
Nematoda	2,7	<0,1	<0,1				1,7	<0,1	<0,1
Verme n.i.	2,7	<0,1	<0,1	8,7	<0,1	<0,1	5,0	<0,1	<0,1
MASSA TOTAL (g)		0,261			0,056			0,317	
Estômagos analisados		37			23			60	

Na comparação da dieta entre as amostras dos diferentes períodos do dia, observou-se maior semelhança entre as amostras da tarde e anoitecer; os crustáceos foram as presas principais,

representando 99,4% e 91,4% do IA, respectivamente (Tabela 6). No período da manhã, os teleósteos foram os itens mais importantes na dieta (IA = 67,0%).

**Tabela 6.** Frequência de ocorrência (O%), massa percentual (M%) e Índice Alimentar (IA%) das presas de *Lolliguncula brevis*, por períodos do dia, de exemplares coletados na Baía de Santos e plataforma continental adjacente, em setembro de 2005 e março de 2006. n.i. = não identificado

Itens alimentares	Manhã			Tarde			Anoitecer		
	O%	M%	IA%	O%	M%	IA%	O%	M%	IA%
Bryozoa				9,5	2,4	0,3	12,5	<0,1	<0,1
Crustacea	41,9	27,2	30,1	85,7	92,7	99,4	50,0	79,5	91,4
Teleostei	38,7	65,6	67,0	4,8	4,9	0,3	12,5	15,9	4,6
Cephalopoda	19,4	4,8	2,5	4,8	<0,1	<0,1	37,5	4,6	4,0
Organismo n.i.	6,5	2,4	0,4	9,5	<0,1	<0,1			
Nematoda							12,5	<0,1	<0,1
Verme n.i.	9,7	<0,1	<0,1						
MASSA TOTAL (g)		0,125			0,041			0,151	
Estômagos analisados		31			21			8	

Comparando-se as presas principais por classes de tamanho, foi observado que nas classes de 21-30 mm (IA = 97,0%) e 31-40 mm (IA = 74,9%) houve maior importância dos crustáceos e,

na classe de 41-50 mm, predominaram os teleósteos (IA = 62,2%) (Tabela 7). Os dois exemplares da classe de 11-20 mm foram excluídos dessa análise.

**Tabela 7.** Frequência de ocorrência (O%), massa percentual (M%) e Índice Alimentar (IA%) das presas de *Lolliguncula brevis*, por classes de tamanho, referente aos exemplares coletados na Baía de Santos e plataforma continental adjacente, em setembro de 2005 e março de 2006. n.i. = não identificado

	Classes de tamanho								
	21-30 mm			31-40 mm			41-50 mm		
Itens alimentares	O%	M%	IA%	O%	M%	IA%	O%	M%	IA%
Bryozoa	9,5	1,0	0,1				4,8	<0,1	<0,1
Crustacea	71,4	92,2	97,0	43,8	62,5	74,9	57,1	31,3	37,8
Teleostei				25,0	28,1	19,3	42,9	68,7	62,2
Cephalopoda	28,6	6,8	2,9	25,0	6,3	4,3	4,8	<0,1	<0,1
Organismo n.i.				18,8	3,1	1,6	4,8	<0,1	<0,1
Nematoda				6,3	<0,1	<0,1			
Verme n.i.	9,5	<0,1	<0,1	6,3	<0,1	<0,1			
MASSA TOTAL (g)		0,103			0,096			0,115	
Estômagos analisados		21			16			21	

## DISCUSSÃO E CONCLUSÃO

*Lolliguncula brevis* é um loliginídeo pequeno, tendo sido registrado na costa brasileira indivíduos com comprimento do manto de até 73 mm nas fêmeas (SIMONE, 1997) e 50,8 mm nos machos (ZALESKI, 2010). Neste estudo, as fêmeas não ultrapassaram 50 mm, enquanto os machos atingiram valor máximo de 35 mm. Com relação à proporção sexual, baseado no resultado obtido neste trabalho (1,7 fêmeas: 1 macho), há indícios de que as fêmeas sejam mais numerosas na região costeira ao largo de Santos, concordando com os resultados de ZALESKI (2005, 2010) para populações do litoral de Santa Catarina. Relação inversa foi obtida por DRAGOVICH e KELLY (1963) em populações do litoral da Flórida, com predomínio de machos. A análise do desenvolvimento gonadal por classe de tamanho indicou que os machos atingem maturação com tamanho menor que as fêmeas, o que é consistente com resultados de estudos prévios sobre a espécie (DRAGOVICH e KELLY, 1963; ZALESKI, 2005, 2010).

A análise conjunta dos indicadores de atividade alimentar sugere que a tomada de alimento pela espécie ocorra ao longo de todo o dia, mas principalmente, no período do anoitecer. Variações circadianas na atividade alimentar, com maior intensidade no período do entardecer e início da noite, foram observadas em *Illex*

*argentinus*, no sul do Brasil (SANTOS e HAIMOVICI, 1997). Entretanto, análises adicionais são necessárias, especialmente no período da noite e da madrugada, para se confirmar o período de maior atividade alimentar de *L. brevis*.

Neste estudo, os crustáceos foram as principais presas de *L. brevis*, indicando o hábito alimentar predominantemente carcinófago para a espécie. Peixes teleósteos compuseram o segundo item mais importante, no entanto, sua contribuição foi principalmente em massa. Estes resultados são semelhantes aos do estudo sobre o hábito alimentar de *L. brevis* no litoral catarinense, que constatou a predominância de crustáceos e peixes na dieta da espécie, com frequência de ocorrência de 48% e 33%, respectivamente (ZALESKI, 2010). Hábito piscívoro foi relatado para a espécie na Ilha de Santa Catarina (MARTINS, 2002; MARTINS e PEREZ, 2006), em observações realizadas à noite, sendo os pequenos peixes engraulídeos provavelmente suas principais presas. Alguma variação foi registrada para a espécie em Tampa Bay (Flórida), onde foram identificados peixes e crustáceos planctônicos nos estômagos (DRAGOVICH e KELLY, 1963). Essas variações podem ser atribuídas tanto à disponibilidade de presas como ao oportunismo da espécie, como já apontado por MARTINS (2002). Cefalópodes são, de forma

geral, considerados predadores oportunistas (RODHOUSE e NIGMATULLIN, 1996). De forma similar, a espécie congênere *Lolliguncula panamensis*, da costa pacífica da Colômbia, é principalmente piscívora, mas também carcinófaga (SQUIRES e BARRAGÁN, 1979).

A composição da dieta de *L. brevis*, observada no presente estudo, foi também similar, em termos de grandes grupos taxonômicos, àquela dos loliginídeos *Loligo sanpaulensis* e *L. plei* (RODHOUSE e NIGMATULLIN, 1996; ANDRIGUETO e HAIMOVICI, 1997; MARTINS, 2002; GASALLA *et al.*, 2010), e à do omastrefídeo *Illex argentinus* (SANTOS e HAIMOVICI, 1997), que se alimentam predominantemente de crustáceos, peixes e lulas.

As pequenas diferenças observadas na dieta de *L. brevis* entre as amostras de verão e inverno não podem ser atribuídas ao fator época do ano ou região de coleta (baía vs. plataforma interna), uma vez que os exemplares analisados no inverno foram capturados, em sua maioria, na plataforma interna, enquanto que os de verão foram todos capturados na baía.

A dieta da espécie apresentou variação em relação à importância (IA%) de crustáceos e peixes entre os períodos do dia. De manhã, predominaram os peixes teleósteos, enquanto no período da tarde e do anoitecer, principalmente os crustáceos. Essa diferença pode estar associada a migrações verticais na coluna d'água, comportamento comum em muitos cefalópodes (e.g., BOYLE e RODHOUSE, 2005). Em geral, lulas vivem próximas ao fundo durante o dia, migrando para águas mais superficiais durante a noite, o que lhes permite, por exemplo, ampliar as possibilidades de forrageio (BOYLE e RODHOUSE, 2005). Dados sobre o padrão de comportamento migratório e dieta dos loliginídeos na costa brasileira (e.g., MARTINS e PEREZ, 2007) indicam que os crustáceos consumidos por essas lulas são geralmente planctônicos. Existe a possibilidade, portanto, de que os crustáceos consumidos por *L. brevis* na região investigada sejam na sua maioria planctônicos; se esse for o caso, poderia se associar o predomínio de crustáceos na dieta nos períodos da tarde e anoitecer ao processo

de migração para águas mais superficiais ao longo do dia.

Com relação a possíveis mudanças na dieta com o tamanho dos exemplares, verificou-se uma tendência de aumento na predação de peixes e diminuição na de crustáceos pelas lulas maiores. Embora não tenha sido observada por ZALESKI (2010) em populações de *L. brevis* do litoral catarinense, essa tendência foi constatada em outras espécies de lulas na costa brasileira (SANTOS e HAIMOVICI, 1997; MARTINS *et al.*, 2006; GASALLA *et al.*, 2010) e pode estar relacionada à maior capacidade de lulas maiores em perseguir presas mais ágeis e maiores, como os peixes (RODHOUSE e NIGMATULLIN, 1996), enquanto que as lulas menores alimentam-se principalmente de pequenos crustáceos. A piscivoria, segundo HUNSICKER e ESSINGTON (2006), está relacionada ao tamanho das lulas, podendo-se sugerir que o hábito predominantemente carcinófago de *L. brevis* pode estar associado ao tamanho relativamente pequeno da espécie, em relação aos outros loliginídeos que ocorrem na costa brasileira. MARTINS *et al.* (2006) verificaram que o tamanho estimado das presas de *Loligo plei* do litoral catarinense não variou com o aumento de tamanho das lulas. No entanto, os mesmos autores constataram maior incidência de peixes na dieta das lulas maiores, o que reforça a hipótese da piscivoria estar associada ao tamanho das lulas.

A presença de briozoários no conteúdo estomacal das amostras analisadas pode ter sido resultado de ingestão acidental, cuja evidência foi registrada para cefalópodes, que podem ingerir presas na rede de arrasto (RODHOUSE e NIGMATULLIN, 1996), talvez como uma resposta ao estresse causado pelo método de captura. Como houve presença, em grande quantidade, de colônias de briozoários nos mesmos arrastos em que foram capturados espécimes de *L. brevis*, essa hipótese é a mais provável. Invertebrados sésseis e algas são invariavelmente encontrados nos estômagos dos cefalópodes (BOLSTAD e O'SHEA, 2004). DRAGOVICH e KELLY (1963) e ZALESKI (2010), por exemplo, identificaram fragmentos de algas no conteúdo estomacal de *L. brevis* do litoral da Flórida e litoral catarinense, respectivamente.

O hábito alimentar de *L. brevis*, da região costeira de Santos, corrobora o padrão geral descrito para os cefalópodes, que apresentam crustáceos, peixes e cefalópodes como os principais recursos alimentares, que são explorados de forma distinta ao longo do ciclo de vida.

#### AGRADECIMENTOS

Ao Conselho Nacional de Pesquisa (CNPq) e à Fundação de Amparo à Pesquisa do Estado de São Paulo (FAPESP) pelo apoio através da concessão de bolsas para Leandro I. Coelho (PIBIC-CNPq), Elizabeti Y. Muto (FAPESP/PD - proc. 06/5697-4, CNPq/PDJ - proc. 150422/2005/9) e José Eduardo A.R. Marian (FAPESP/DR, proc. 04/13212-7) durante o desenvolvimento deste trabalho. O projeto ECOSAN foi financiado pela FAPESP-PRONEX (Proc. 2003/09932-1). Agradecemos aos três revisores anônimos pelas valiosas sugestões e críticas ao manuscrito. Somos gratos também à Maria de Lourdes Zani Teixeira, pela edição do mapa, e ao Prof. Dr. José Angel A. Perez, pelo acesso à Tese de Doutorado da Dra. Tânia Zaleski.

#### REFERÊNCIAS

- ANDRIGUETO, J.M. e HAIMOVICI, M. 1997 Feeding habits of *Loligo sanpaulensis* Brakoniecki, 1984 (Cephalopoda: Loliginidae) in Southern Brazil. *Nerítica*, Pontal do Sul, 11: 63-76.
- BARTOL, I.K.; MANN, R.; VECCHIONE, M. 2002 Distribution of the euryhaline squid *Lolliguncula brevis* in Chesapeake Bay. Effects of selected abiotic factors. *Marine Ecology Progress Series*, Oldendorf Luhe, 226: 235-247.
- BOLSTAD, K.S. e O'SHEA, S. 2004 Gut contents of a giant squid *Architeuthis dux* (Cephalopoda, Oegopsida) from New Zealand waters. *New Zealand Journal of Zoology*, Wellington, 31: 15-21.
- BOYLE, P. e RODHOUSE, P.G. 2005 *Cephalopods: Ecology and Fisheries*. Oxford: Blackwell Publishing. 452p.
- CLARKE, M.R. 1996 Cephalopods as Prey. III. Cetaceans. *Philosophical Transactions of the Royal Society*, Londres, 351: 1053-1065.
- CROXALL, J.P. e PRINCE, P.A. 1996 Cephalopods as prey. I. Seabirds. *Philosophical Transactions of the Royal Society*, Londres, 351: 1023-1043.
- DRAGOVICH, A. e KELLY, J.A. 1963 A biological study and some economic aspects of squid in Tampa Bay, Florida. *Proceedings of Gulf and Caribbean Fisheries Institute*, Flórida, 5: 87-102.
- GASALLA, M.A.; RODRIGUES, A.R.; POSTUMA, F.A. 2010 The trophic role of the squid *Loligo plei* as a keystone species in the South Brazil Bight ecosystem. *ICES Journal of Marine Science*, Oxford, 67: 1413-1424.
- HUNSICKER, M.E. e ESSINGTON, T.E. 2006 Size-structured patterns of piscivory of the longfin inshore squid (*Loligo pealeii*) in the mid-Atlantic continental shelf ecosystem. *Canadian Journal of Fishery and Aquatic Science*, Ottawa, 63: 754-765.
- HYSLOP, E.J. 1980 Stomach contents analyses - a review of methods and their application. *Journal of Fish Biology*, Oxford, 17(4): 411-429.
- KAWAKAMI, E. e VAZZOLER, G. 1980 Método gráfico e estimativa do índice alimentar aplicado no estudo de alimentação de peixes. *Boletim do Instituto Oceanográfico*, São Paulo, 29(2): 205-207.
- KLAGES, N.T.W. 1996 Cephalopods as prey. II. Seals. *Philosophical Transactions of the Royal Society*, Londres, 351: 1045-1052.
- LAUGHLIN, R.A. e LIVINGSTON, R.J. 1982 Environmental and trophic determinants of the spatial/temporal distribution of the brief squid (*Lolliguncula brevis*) in the Apalachicola estuary (North Florida, USA). *Bulletin of Marine Science*, Miami, 32(2): 489-497.
- MANGUM, C.P. 1991 Salt sensitivity of the hemocyanin of eury- and stenohaline squids. *Comparative Biochemistry Physiology*, Amsterdam, 99(1/2): 159-161.
- MARTINS, R.S. 2002 *Loliginídeos na ilha de Santa Catarina: Características e relações ecológicas, com ênfase em Loligo plei* (Cephalopoda: Teuthida: Myopsina). 199p. (Dissertação de mestrado. Ciências Biológicas. Universidade Federal do Paraná, PR).

- MARTINS, R.S. e PEREZ, J.A.A. 2006 Cephalopods and fish attracted by night lights in coastal shallow-waters, off southern Brazil, with the description of squid and fish behavior. *Revista de Etologia*, São Paulo, 8(1): 27-34.
- MARTINS, R.S.; PEREZ, J.A.A.; SCHETTINI, C.A.F. 2006 The squid *Loligo plei* around Santa Catarina Island, Southern Brazil: Ecology and interactions with the coastal oceanographic environment. *Journal of Coastal Research*, Flórida, 39: 1285-1290.
- MARTINS, R.S. e PEREZ, J.A.A. 2007 The ecology of loliginid squid in shallow waters around Santa Catarina Island, Southern Brazil. *Bulletin of Marine Science*, Miami, 80(1): 125-146.
- OGBURN-MATTHEWS, M.V. e ALLEN, D.M. 1993 Interactions among dominant estuarine nekton species. *Estuaries*, Florida, 16(4): 840-850.
- PEREZ, J.A.A.; AGUIAR, D.C.; OLIVEIRA, U.C. 2002 Biology and population dynamics of the long-finned squid *Loligo plei* (Cephalopoda: Loliginidae) in southern Brazilian waters. *Fisheries Research*, Amsterdam, 58: 267-279.
- RODHOUSE, P.G. e NIGMATULLIN, C.M., 1996 Role as consumers. *Philosophical Transactions of the Royal Society*, Londres, 351: 1003-1022.
- ROPER, C.F.E.; SWEENEY, M.J.; NAUEN, C.E. 1984 *Cephalopods of the world. An annotated and illustrated catalogue of species of interest to fisheries*. FAO Fisheries Synopsis, Roma, 125(3): 277p.
- SANTOS, R.A. e HAIMOVICI, M. 1997 Food and feeding of the short-finned squid *Illex argentinus* (Cephalopoda: Ommastrephidae) off southern Brazil. *Fisheries Research*, Amsterdam, 33(1-3): 139-147.
- SANTOS, R.A. e HAIMOVICI, M. 2000 The argentine short-finned squid *Illex argentinus* in the food webs of southern Brazil. *Sarsia*, Bergen, 85(1): 49-60.
- SANTOS, R.A. e HAIMOVICI, M. 2001 Cephalopods in the diet of marine mammals stranded or incidentally caught along southeastern and southern Brazil (21-34°S). *Fisheries Research*, Amsterdam, 52: 99-112.
- SANTOS, R.A. e HAIMOVICI, M. 2002 Cephalopods in the trophic relations off southern Brazil. *Bulletim of Marine Science*, Miami, 71(2): 753-770.
- SIMONE, L.R.L. 1997 Redescription of *Lolliguncula brevis* (Blainville) (Myopsida, Loliginidae) from Southeastern Brazil). *Iheringia, Série Zoologia*, Porto Alegre, 82: 141-150.
- SMALE, M.J. 1996 Cephalopods as prey. IV. Fishes. *Philosophical Transactions of the Royal Society*, Londres, 351: 1067-1081.
- SQUIRES, H.J. e BARRAGÁN, J.H. 1979 *Lolliguncula panamensis* (Cephalopoda: Loliginidae) from the pacific coast of Colombia. *The Veliger*, Califórnia, 22: 67-74.
- VECCHIONE, M. 1991 Dissolved oxygen and the distribution of the euryhaline squid *Lolliguncula brevis*. *Bulletim of Marine Science*, Miami, 49: 668-669.
- VECCHIONE, M. 2002 Cephalopods. In: KARPENTER, A.E. (ed) *The living marine resources of the Western Central Atlantic. Volume 1: Introduction, mollusks, crustaceans, hagfishes, sharks, batoid fishes, and chimaeras*. Roma, FAO. p.149-244.
- ZALESKI, T. 2005 *Posição sistemática e dinâmica populacional da lula Lolliguncula brevis (Mollusca: Cephalopoda)*. 140 p. (Dissertação de Mestrado. Ciências Biológicas. Universidade Federal do Paraná, PR).
- ZALESKI, T. 2010 *Ciclo de vida e ecologia da lula Lolliguncula brevis na Armação de Itapocoroy, Santa Catarina, Brasil*. 187 p. (Tese de Doutorado. Ciências Biológicas. Universidade Federal do Paraná, PR).