



ARTIGO | ARTICLE

Caracterização dos otólitos *sagitta* do peixe-lagarto  
*Bembrops heterurus* Miranda-Ribeiro, 1903 (Teleostei: Percophidae)  
da região Sudeste-Sul do Brasil

*Sagitta otolith characterization of the squaretail duckbill*  
*Bembrops heterurus* Miranda-Ribeiro, 1903 (Teleostei: Percophidae)  
*in the South-Southeast-region of Brazil*

André Martins Vaz-dos-Santos<sup>1,2</sup>

Nayra Nicolau dos Santos-Cruz<sup>2</sup>

Carmen Lúcia Del Bianco Rossi-Wongtschowski<sup>2</sup>

## RESUMO

O peixe-lagarto *Bembrops heterurus* é uma espécie demersal que se distribui entre 80 e 600m de profundidade, do Rio de Janeiro ao Uruguai. Prospecções recentes revelaram grande abundância da espécie na área entre 21°S e 29°S, onde o peixe-lagarto possui papel ecológico chave na estrutura trófica do ecossistema de plataforma continental e talude. Apesar disto, e à exceção de um trabalho sobre relações tróficas, não existem estudos direcionados à espécie. Tendo em vista a importância da caracterização de otólitos enquanto estrutura espécie-específica e sua aplicação em estudos populacionais e pesqueiros, foram conduzidas análises morfológicas (onze feições) e morfométricas (quinze medidas) da *sagitta* de *B. heterurus*, sendo apresentadas as feições e proporções que a caracterizam. Também foi avaliado o crescimento relativo dos otólitos em relação ao comprimento corporal e em relação às suas medidas, sendo os resultados apresentados e discutidos.

**Palavras-chave:** *Bembrops heterurus*. Otólitos. Morfologia. Morfometria. Crescimento relativo. Região Sudeste-Sul do Brasil.

<sup>1</sup> Universidade Santa Cecília, Faculdade de Ciências e Tecnologia, Curso de Ciências Biológicas. Santos, SP, Brasil.

<sup>2</sup> Universidade de São Paulo, Instituto Oceanográfico, Laboratório de Ictiofauna. Praça do Oceanográfico, 191, Sala 103, Butantã, 05508-120, São Paulo, SP, Brasil. Correspondência para/Correspondence to: E-mails: <amvaz@usp.br>, <andre@unisanta.br>.

## ABSTRACT

*The squaretail duckbill Bembrops heterurus is a demersal species occurring at a depth of between 80 and 600m between Rio de Janeiro and Uruguay. Recent surveys have shown a great abundance of the species between 21°S and 29°S, where it fulfils a key ecological role in the food-chain of the outer continental shelf and upper slope ecosystem. Despite its importance, there are no studies focusing on B. heterurus, except for one concerning trophic relationships. Taking into account the importance of otolith characterization in terms of species-specific structure and its application in populational and fishery management studies, morphological (eleven features) and morphometric (fifteen measurements) analyses of B. heterurus sagitta were conducted, with a presentation of the traits and proportions which characterize the species. The relative growth of otoliths was also analyzed in relation to body length and otolith measurements, the results of which were presented and discussed.*

**Key words:** *Bembrops heterurus. Otolith. Morphology. Morphometry. Relative growth. South-Southeast Region of Brazil.*

## INTRODUÇÃO

O peixe-lagarto (*Bembrops heterurus* Miranda-Ribeiro, 1903) é uma espécie demersal que se distribui, no Atlântico sudoeste, desde o Rio de Janeiro até o Uruguai (Menezes & Figueiredo, 1985; Menezes et al., 2003). Juntamente com mais dois conjuntos faunísticos, é uma espécie típica da ictiofauna endêmica desta região, considerada o extremo sul da distribuição de espécies caribenhas e o extremo norte de espécies patagônicas (Figueiredo, 1981). O peixe-lagarto também está documentado na costa africana, apesar de esta ocorrência ser duvidosa (Figueiredo et al., 2002).

Por não apresentar importância comercial, o peixe-lagarto vinha sendo negligenciado em termos de estudos biológicos a ele direcionados, sendo citado apenas em levantamentos faunísticos (Rossi-Wongtschowski & Paes, 1993; Haimovici et al., 1994) e em estudos tróficos (Peres & Haimovici, 2003). Menezes & Figueiredo (1985) reportavam sua ocorrência entre 80 e 200 metros, mas esta situação contrasta com as informações obtidas a partir de prospecções pesqueiras realizadas durante o Programa de Avaliação do Potencial Sustentável de Recursos Vivos da Zona Econômica Exclusiva (REVIZEE, de 1996 a 2006) (MMA, 2006). O levantamento da ictiofauna da plataforma externa e do talude continental revelou, no Sudeste-Sul do

Brasil, grandes quantidades da espécie distribuídas até 600 metros de profundidade (Bernardes et al., 2005). A partir destas observações, Muto et al. (2005) realizaram detalhado estudo sobre as relações tróficas das espécies mais abundantes daquela área, incluindo o peixe-lagarto, que desempenha papel ecológico chave nesse ecossistema.

Esta situação evidenciou a necessidade de compreensão dos aspectos da biologia de *B. heterurus* que, além de abundante e com importância ecológica de destaque, passou a ter importância pesqueira. Anteriormente capturado de forma esporádica e em pequenas quantidades (Menezes & Figueiredo, 1985), desde 2001 as frotas pesqueiras direcionaram seu esforço de pesca para a plataforma externa e o talude, sobre algumas espécies demersais como *Lophius gastrophysus*, *Urophycis mystacea*, *Merluccius hubbsi* e *Zenopsis conchifera* (Perez et al., 2003; Perez et al., 2005; Vaz-dos-Santos & Rossi-Wongtschowski, 2005; Perez & Pezzutto, 2006). Considerando que a compreensão do ecossistema pesqueiro (Walters & Martell, 2004) e sua modelagem (Rocha & Rossi-Wongtschowski, 1998; Gasalla & Rossi-Wongtschowski, 2004) dependem do conhecimento sobre as espécies presentes no ambiente, tornou-se evidente a necessidade de estudos sobre *B. heterurus*.

Os otólitos *sagitta* de peixes teleósteos (Bagenal & Tesch, 1978; Moyle & Cech Jr, 2004) têm sido amplamente utilizados em vários tipos de estudos, destacando-se identificação de espécies, determinação da idade e crescimento, diferenciação de estoques, investigações paleontológicas, verificação de mudanças ambientais, entre outros (Begg *et al.*, 2005). Por ser espécie-específica (Cruz & Lombarte, 2004), permite ainda a reconstituição da dieta de animais piscívoros, por permanecerem conservados em conteúdos estomacais (Campana, 2005; Lombarte *et al.*, 2006).

Desta forma, caracterizações de otólitos estão amplamente registradas na literatura científica internacional, destacando-se as recentes contribuições de Assis (2004), Campana (2004) e Baremore & Bethea (2006). No Brasil, estas caracterizações são escassas e esparsas, mencionando-se a de Bastos (1990) sobre teleósteos do Sudeste-Sul do Brasil e a de Corrêa & Vianna (1992/93) sobre cieniídeos do litoral do Paraná, esta última embasando os estudos seguintes de Lemos *et al.* (1992/93; 1995a,b), que trataram sobre gerreídeos, engraulídeos, clupeídeos e Abilhôa & Corrêa (1992/93), sobre carangídeos.

Neste contexto, o presente estudo teve como objetivo a caracterização dos otólitos *sagitta* de *B. heterurus* da região Sudeste-Sul do Brasil, apresentando os atributos que descrevem suas feições e proporções, os quais permitem sua identificação no nível de espécie.

## MATERIAL E MÉTODOS

Os otólitos de *Bembrops heterurus* utilizados pertencem à "Coleção de Otólitos de Teleósteos da Região Sudeste-Sul do Brasil", constituída no Laboratório de Ictiofauna do Instituto Oceanográfico da Universidade de São Paulo (IOUSP). Foram extraídos de exemplares obtidos durante cruzeiros de prospecção pesqueira com rede de arrasto-de-fundo, realizados em 2001 e 2002, em lances distribuídos entre o Cabo Frio (21°S) e o Cabo de Santa Marta Grande (29°S), em profundidades de 100 m a 600 m. Estes cruzeiros foram realizados no contexto do

Programa REVIZEE (MMA, 2006) e seus detalhes estão apresentados em Bernardes *et al.* (2005). Os peixes capturados foram medidos, pesados e as *sagittae* retiradas, sendo os materiais e dados armazenados para estudos posteriores.

A caracterização dos otólitos foi realizada com base em sua face interna, sendo a análise dividida em duas etapas: morfologia e morfometria, tratadas a seguir.

Para a descrição morfológica, foram selecionados os otólitos de três exemplares, por classe de comprimento padrão (10mm), totalizando dezesseis classes. Estes otólitos foram recobertos com grafite 2B (ponta de 0,5mm), para realce e melhor visualização das feições, sendo analisados sob estereomicroscópio com aumento de 18x e luz refletida.

Seguindo metodologia adaptada de Bastos (1990), Corrêa & Vianna (1992/93), Secor *et al.* (1995) e Assis (2004), foram analisadas as seguintes feições (Figura 1A):

- *Na margem anterior*: (i) rostro - situado na porção inferior da reentrância da excisura anterior; (ii) excisura anterior - reentrância profunda na margem anterior do otólito, ligada à extremidade do óstio, delimitada pelo rostro em sua porção inferior e pelo anti-rostro na superior; (iii) anti-rostro - situado na porção superior da reentrância da excisura anterior.

- *Na face interna*: (iv) sulco acústico - inserção da mácula *sagitta*, identificada como uma reentrância longitudinal paralela ao eixo do comprimento do otólito, e que o divide em região dorsal e ventral; (v) óstio - região do sulco acústico anterior ao colo; (vi) colo - região que divide o sulco acústico em óstio e cauda; (vii) cauda - região do sulco acústico posterior ao colo; (viii) área posterior - região posterior à cauda do sulco acústico até a margem posterior do otólito; (ix) depressão dorsal - área da região dorsal com desnível em baixo relevo; (x) região dorsal - área entre a inserção do sulco acústico e a margem superior do otólito; (xi) região ventral - área entre a inserção do sulco acústico e a margem inferior do otólito.

As características destas feições também foram analisadas considerando os perfis lateral e superior, o recorte e a concordância da direção das margens e a presença de estrias (reentrâncias presentes nas regiões dorsal e ventral) (Assis, 2004).

As medidas relacionadas, baseadas em Bastos (1990) e Corrêa & Vianna (1992/93), foram tomadas com ocular micrométrica acoplada a um estereomicroscópio (aumento de 18x), sendo posteriormente convertidas em milímetros. Inicialmente foram obtidos (Figura 1B): (i) Comprimento do otólito (CO, mm) - medida entre a extremidade do rostro e a margem posterior do otólito; (ii) Altura do otólito (AO, mm) - maior distância entre as margens inferior e superior do otólito. Estas duas medidas foram feitas para otólitos direito e esquerdo, sendo os dois conjuntos de dados submetidos a um teste "t" pareado ( $\alpha_2=0,05\%$ ). Comprovada a não diferença entre otólitos direito e esquerdo ( $p>0,05$ ), as análises prosseguiram com a utilização do otólito esquerdo. Também foram obtidos: (iii) Comprimento do sulco acústico (CSA, mm) - medida tomada entre a porção superior do rostro e a extremidade posterior da cauda; (iv) Comprimento do óstio (Cos, mm) - medida tomada entre a porção superior do rostro e a extremidade posterior do óstio; (v) Comprimento da cauda (CC, mm) - maior medida tomada entre a extremidade anterior e posterior da cauda; (vi) Comprimento da área posterior (CAP, mm) - medida tomada entre a extremidade posterior da cauda e a margem posterior do otólito; (vii) Comprimento da excisura (CE, mm) - medida tomada paralelamente ao eixo do comprimento do otólito, entre a porção superior do rostro e a extremidade do anti-rostro; (viii) Comprimento da depressão dorsal (Cdd, mm) - maior medida tomada paralelamente ao eixo do comprimento do otólito, na região da depressão dorsal; (ix) Altura dorsal (AD, mm) - maior medida tomada entre a extremidade superior da cauda e a margem dorsal do otólito; (xii) Altura ventral (AV, mm) - maior medida tomada entre a extremidade inferior da cauda e a margem ventral do otólito; (xiii) Altura da cauda (AC, mm) - maior medida tomada paralelamente ao eixo da altura do otólito, entre as extremidades inferior e posterior da cauda; (xiv) Altura

da excisura (AE, mm) - medida tomada paralelamente ao eixo da altura do otólito, entre a porção superior do rostro e a extremidade do anti-rostro; (xv) Altura da depressão dorsal (Add, mm) - maior medida tomada paralelamente ao eixo da altura do otólito, na região da depressão dorsal.

As medidas dos otólitos e do comprimento padrão (CP, mm) foram submetidas à análise exploratória de dados e ao teste de normalidade de D'Agostino-Pearson. Os dados foram logaritimizados ( $\log_{10}$ ), a normalidade foi novamente testada, sendo as variáveis transformadas utilizadas para as demais partes do estudo.

A análise de correlação de Pearson foi aplicada às relações envolvendo o comprimento padrão (CP x CO, CP x AO e CP x CSA) e, a análise de correlação de Spearman, a aquelas envolvendo as medidas dos otólitos, sendo verificada a significância destas correlações (teste "t",  $\alpha_2=0,05\%$ ). Foram testadas as seguintes correlações entre as medidas dos otólitos: CO em relação à AO, CSA, CC, CAP, Cos, Cdd, Add, CE, AE e AC e, AO em relação à AD, AV, Add, AC e AE.

As relações nas quais as correlações foram significativas ( $p<0,05$ ) foram selecionadas para análise de regressão linear e conseqüente caracterização morfométrica (Bastos, 1990; Corrêa & Vianna, 1992/93). A estimativa dos parâmetros do modelo  $y = a + bx$  foi feita pelo método linear dos mínimos quadrados, sendo conduzidas análises de variância da regressão (coeficiente de determinação e resíduos).

Os coeficientes angulares das regressões ajustadas foram analisados sob a perspectiva do crescimento relativo, seguindo o método de Huxley (1993), verificando-se o desvio dos valores obtidos em relação ao valor padrão de isometria ( $b=1$ ), a partir da aplicação de teste "t".

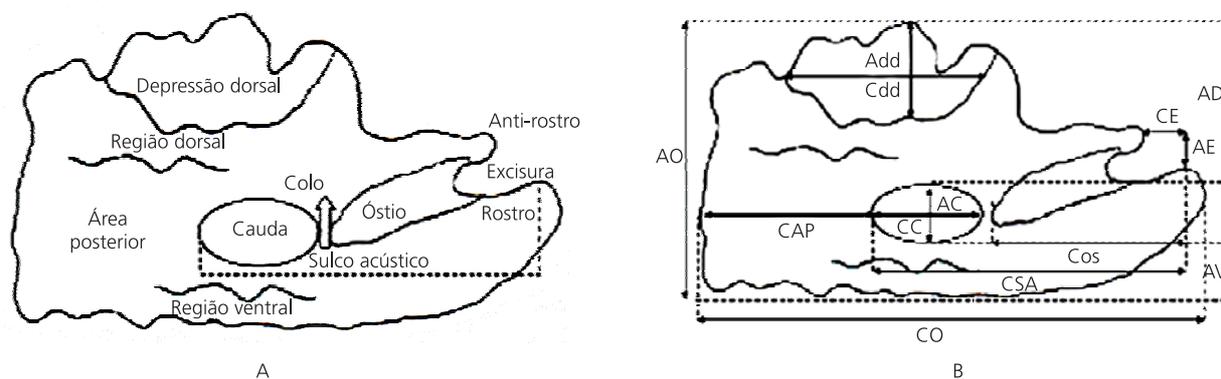
Também foram calculadas as porcentagens mínima, média e máxima de y em relação a x, para os conjuntos de dados com regressões ajustadas.

Todos os procedimentos estatísticos utilizados seguiram Zar (1999), Triola (2005) e Siegel & Castellan (2006).

**Tabela 1.** *Bembrops heterurus*. Descrição estatística do comprimento padrão (CP) e das medidas dos otólitos. Os valores de simetria (g1) e de curtose (g2) e o valor P do teste de normalidade se referem às variáveis logaritmizadas (\*).

Variável	Mínimo (mm)	Máximo (mm)	Média (mm)	DP (mm)	Mediana (mm)	Simetria (g1)*	Curtose (g2)*	Valor P* (normalidade)
CP	95,00	246,00	167,20	29,94	165,00	-0,30	-0,29	0,269
CO	3,78	6,50	5,22	0,51	5,22	-0,34	-0,22	0,273
AO	2,06	3,78	2,93	0,30	2,94	-0,34	0,18	0,301
AD	1,00	2,11	1,54	0,20	1,56	-0,21	0,02	0,681
AV	0,72	1,94	1,39	0,17	1,39	-0,90	3,94	< 0,001
CSA	2,61	5,06	3,84	0,45	3,83	-0,38	0,03	0,314
CAP	0,56	2,28	1,36	0,18	1,39	-1,05	6,46	< 0,001
CE	0,11	1,28	0,68	0,16	0,67	-1,29	6,54	< 0,001
AE	0,22	1,11	0,54	0,14	0,56	-0,36	0,93	0,012
CC	0,44	2,33	1,05	0,31	1,00	-0,21	-0,47	0,198
AC	0,28	6,11	0,62	0,34	0,61	2,88	29,14	< 0,001
Cos	0,56	3,22	2,25	0,32	2,28	-2,41	18,39	< 0,001
Ccl	0,06	1,39	0,54	0,28	0,50	-0,51	-0,19	0,103
Cdd	0,17	3,33	2,22	0,35	2,22	-5,90	71,87	< 0,001
Add	0,39	2,50	1,17	0,20	1,17	-1,30	7,35	< 0,001

DP: desvio-padrão; CP: comprimento padrão; CO: comprimento do otólito; AO: altura do otólito; AD: altura dorsal; AV: altura ventral; CSA: comprimento do sulco acústico; CAP: comprimento da área posterior; CE: comprimento da excisura; AE: altura da excisura; CC: comprimento da cauda; AC: altura da cauda; Cos: comprimento do óstio; Ccl: comprimento do colo; Cdd: comprimento da depressão dorsal; Add: altura da depressão dorsal.



**Figura 1.** *Bembrops heterurus*. Feição interna do otólito *sagitta* esquerdo (orientação postero-anterior), mostrando as feições (A) e as medidas analisadas (B) (referências dos símbolos no texto) (Comprimento Padrão= 164,00mm; Comprimento do Otólito= 5,28mm).

## RESULTADOS E DISCUSSÃO

Foram analisados 320 exemplares de *B. heterurus*, que apresentaram comprimento padrão entre 95,00mm e 246,00mm (Tabela 1). A descrição morfológica dos otólitos *sagitta* do peixe-lagarto se baseou em 35 exemplares e é apresentada abaixo (feições ilustradas na Figura 1A):

- O perfil lateral é retangular, sendo o comprimento do otólito sempre maior que sua altura;

- O perfil superior é dorsal plano, com a direção do rostro e anti-rostro concordantes, ou seja, estão orientados na mesma direção;

- A margem dorsal é irregular e denteada, com número de cristas variável, entre dois e seis;

- A margem ventral é emarginada e crenulada, principalmente na porção inferior do óstio;

- A margem posterior é emarginada;

- A margem anterior é definida pela presença do rostro, da excisura e do anti-rostro. O rostro é do

tipo pontiagudo, denteado em alguns exemplares; a excisura anterior apresenta abertura grande e bem acentuada; o anti-rostro é proeminente, sendo serrilhado em alguns exemplares;

- O sulco acústico é: (i) heterosulcóide quanto à estrutura, por ser dividido pelo colo em óstio e cauda, com a abertura ostial na extremidade da margem anterior do otólito; (ii) retilíneo quanto à orientação do óstio, do colo e da cauda, que se dispõem em linha reta, paralelamente ao eixo do comprimento do otólito; (iii) acristal, devido à ausência de cristas;

- O óstio é aberto na margem anterior do otólito e em baixo relevo, sendo a porção mais côncava do sulco acústico;

- O colo é elevado (não côncavo), dividindo o sulco acústico;

- A cauda é oval, posterior ao colo e também em baixo relevo, com concavidade menos pronunciada que a do óstio;

- A depressão dorsal é em baixo relevo, com comprimento sempre maior que a altura.

Em alguns exemplares foram observadas estrias na região dorsal e ventral do otólito, sem padrões de uniformidade, tamanho e distribuição. Na margem posterior, alguns exemplares apresentaram uma depressão pouco acentuada, paralela ao eixo da altura do otólito, fundindo-se com a depressão dorsal.

A inexistência de outras descrições morfológicas da *sagitta* de *B. heterurus* inviabiliza comparações com exemplares de outras regiões. Popper et al. (2005) consideram que a diversidade de formas

de otólitos nos teleósteos ainda não pode ser explicada, mas deve estar relacionada ao equilíbrio e à orientação e, secundariamente, à audição. Ainda segundo Campana (2005), fatores genéticos e ambientais, principalmente temperatura (Lombarte & Lleonart, 1993), atuam na definição da forma dos otólitos.

Quanto à caracterização morfométrica, a descrição estatística das medidas dos otólitos consta na Tabela 1. Apesar de o comprimento (CO) e a altura do otólito (AO) apresentarem distribuição normal, a variabilidade encontrada nas outras medidas e o estudo do crescimento relativo tornaram necessária a transformação das variáveis. Quanto à simetria, a quase totalidade das medidas tomadas apresentou assimetria à esquerda, sugerindo (mesmo com dados normalizados) tendência de estabilização do incremento da estrutura, apesar da grande amplitude de comprimentos da mesma.

Com relação à análise do comprimento padrão (CP) e das medidas dos otólitos (CO, AO e CSA), foram obtidas correlações altas e significativas ( $p < 0,001$ ) (Tabela 2). Todavia, na análise de regressão, apenas as relações entre comprimento e altura apresentaram bons ajustes ( $r^2 = 0,809$  e  $r^2 = 0,756$ , respectivamente). O comprimento do sulco acústico apresentou ajuste apenas satisfatório ( $r^2 = 0,496$ ), devido à variabilidade individual; contudo, a alta correlação observada ( $r = 0,869$ ) mostrou ser este caráter um importante descritor do otólito de *B. heterurus*.

Quanto às medidas dos otólitos entre si, apenas as relações CO x AO, CO x CSA, CO x Cos, CO

**Tabela 2.** *Bembrops heterurus*. Análises de correlação (r - coeficiente de correlação de Pearson), regressão (a - coeficiente linear, b - coeficiente angular,  $r^2$  - coeficiente de determinação) e do crescimento relativo entre o comprimento padrão (CP), o comprimento (CO), a altura do otólito (AO) e o comprimento do sulco acústico (CSA) ("t" - valor da estatística do teste; P - valor da probabilidade associada à estatística calculada, n - número de observações).

Variáveis	Correlação			Regressão			Crescimento Relativo		n
	r	"t"	P	a	b	$r^2$	"t"	P	
CP x CO	0,899	36,65	<0,001	-0,371	0,490	0,809	-38,13	<0,001	320
CP x AO	0,869	31,37	<0,001	-0,635	0,496	0,756	-31,88	<0,001	320
CP x CSA	0,869	31,31	<0,001	-0,664	0,562	0,496	-24,37	<0,001	320

x Cdd, AO x AD, AO x AV e AO x Add apresentaram valores de correlação altos ( $0,691 < r_s < 0,939$ ) e significativos ( $p < 0,001$ ), justificando o ajuste de regressões enquanto ferramenta de caracterização morfométrica (Tabela 3). Nestes resultados, chama a atenção os ajustes de regressão entre o comprimento do otólito (CO) e o comprimento da depressão dorsal (Cdd), e entre a altura do otólito (AO) e da depressão dorsal (Add). Neste caso, assim como na relação entre o comprimento padrão e o sulco acústico, os valores do coeficiente de determinação ( $r^2$ ) foram apenas satisfatórios, mas a depressão dorsal é muito característica em *B. heterurus*, servindo à identificação de seu otólito *sagitta*.

Esta consideração também se aplica ao comprimento do sulco acústico (CSA), especialmente o comprimento do óstio (Cos), pois seu desenvolvimento é significativo em relação ao comprimento do otólito (CO). Em contrapartida, a cauda apresentou menor influência na morfometria do otólito e do sulco acústico, uma vez que não foram significativas as relações envolvendo estas medidas (CC, AC).

A análise de regressão simples constitui ferramenta poderosa para diversos estudos pesqueiros (Ricker, 1973), incluindo a caracterização de otólitos. Bastos (1990) merece destaque pelo pioneirismo no Brasil, estudando diversas espécies de teleosteos. Este autor, a partir das medidas dos otólitos, aplicou técnicas multivariadas para o estabelecimento de padrões de similaridade entre as espécies. Diferentemente, Corrêa & Vianna (1992/93), que deram origem à linha de trabalho da escola paranaense de descrição de otólitos, aplicaram a técnica de regressão múltipla a medidas de otólitos, aqui não utilizada por não permitir análises sobre crescimento relativo (Huxley, 1993). Por sua vez, Lychakov *et al.* (2006) estimaram regressões lineares simples entre a massa do otólito e o comprimento do peixe.

Em relação ao crescimento relativo, as três relações envolvendo o comprimento padrão (CP x CO, CP x AO e CP x CSA) apresentaram alometria negativa ( $p < 0,001$ ), indício da redução da proporção de crescimento do otólito em relação ao comprimento corporal. Quanto às medidas dos otólitos, alometria negativa foi observada em relação ao

**Tabela 3.** *Bembrops heterurus*. Análises de correlação ( $r_s$  - coeficiente de correlação de Spearman), regressão (a - coeficiente linear, b - coeficiente angular,  $r^2$  - coeficiente de determinação), do crescimento relativo entre o comprimento e a altura do otólito, e outras medidas ("t" - valor da estatística do teste; P - valor da probabilidade associada à estatística calculada, n - número de observações).

Variáveis	Correlação			Regressão			Crescimento Relativo		n
	$r_s$	"t"	P	a	b	$r^2$	"t"	P	
CO x AO	0,875	32,230	<0,001	-0,194	0,920	0,773	-2,85	0,005	320
CO x CSA	0,939	48,650	<0,001	-0,218	1,118	0,888	5,30	<0,001	320
CO x CC	0,360	6,880	>0,050	—	—	—	—	—	320
CO x CAP	0,528	11,020	>0,050	—	—	—	—	—	317
CO x Cos	0,813	24,780	<0,001	-0,436	1,099	0,689	2,38	0,018	316
CO x Cdd	0,691	17,040	<0,001	-0,442	1,056	0,481	0,91	0,364	319
CO x Add	0,622	14,060	>0,050	—	—	—	—	—	316
CO x CE	0,365	6,950	>0,050	—	—	—	—	—	317
CO x AE	0,429	8,450	>0,050	—	—	—	—	—	319
CO x AC	0,407	7,930	>0,050	—	—	—	—	—	318
AO x AD	0,869	31,200	<0,001	-0,312	1,068	0,786	2,19	0,029	319
AO x AV	0,821	25,530	<0,001	-0,282	0,910	0,675	-2,54	0,012	318
AO x Add	0,769	21,300	<0,001	-0,448	1,100	0,577	1,88	0,061	315
AO x AC	0,432	8,520	>0,050	—	—	—	—	—	319
AO x AE	0,454	9,084	>0,050	—	—	—	—	—	320

CO: comprimento do otólito; AO: altura do otólito; AD: altura dorsal; AV: altura ventral; CSA: comprimento do sulco acústico; CAP: comprimento da área posterior; CE: comprimento da excisura; AE: altura da excisura; CC: comprimento da cauda; AC: altura da cauda; Cos: comprimento do óstio; Cdd: comprimento da depressão dorsal; Add: altura da depressão dorsal.

comprimento e altura do otólito (CO x AO), devido à Redução proporcional da altura ventral (AO x AV). As relações CO x CSA, CO x Cos e AO x AD apresentaram alometria positiva. As relações CO x Cdd e AO x Add foram as únicas isométricas. Este fato reforça a importância da depressão dorsal como feição morfológica essencial à caracterização dos otólitos de *B. heterurus*, mantendo sua proporção ao longo do desenvolvimento do peixe.

No Brasil, estudos sobre o crescimento relativo em peixes têm sido raros (Barbieri, 1975; Rossi-Wongtschowski, 1978; Braga, 1982). Especificamente, o crescimento relativo de otólitos tem servido para estudos de crescimento que empregam leitura de anéis (Cergole et al., 2005; Rossi-Wongtschowski et al., 2006), a partir dos quais são estimados comprimentos (Campana, 1990; Francis, 1990). Em revisão sobre os estudos com otólitos, Campana (2005) confirmou esta tendência.

Um recente estudo direcionado a *Micropogonias furnieri* também tratou do crescimento relativo de otólitos (Bervian et al., 2006), demonstrando que, quando o modelo de Huxley (1993) apresentar resíduos não aleatórios, há metodologias para sua correção, obtendo-se um ajuste adequado.

Decorrente da análise de regressão, as porcentagens mínimas, médias e máximas das medidas dos otólitos são apresentadas em detalhe na Tabela 4. As medidas dos otólitos em relação ao comprimento padrão (CP) variaram entre 1,78% e 3,17% (médias). A variabilidade das porcentagens em relação ao comprimento e à altura do otólito reforçam as considerações sobre a importância do comprimento do sulco acústico como estrutura característica do desenvolvimento do otólito de *B. heterurus*. Por outro lado, as variações nas proporções da depressão dorsal (comprimento e altura) apresentaram grande variabilidade entre indivíduos, sendo que a isometria assegura a manutenção das proporções no mesmo indivíduo.

Desta forma, as descrições morfológica e morfométrica apresentadas permitiram diagnosticar adequadamente os otólitos *sagitta* de *B. heterurus*. Apesar de não ter sido objetivo do estudo, a homo-

**Tabela 4.** *Bembrops heterurus*. Porcentagens mínima e máxima da variável dependente (y) em relação à variável independente (x).

Variáveis (x . y)	% mínimo	% média	% máximo
CP x CO	2,40	3,17	4,24
CP x AO	1,27	1,78	2,58
CP x CSA	1,71	2,33	3,27
CO x AO	47,37	56,14	66,30
CO x CSA	61,86	73,60	80,73
CO x Cos	12,66	43,08	53,70
CO x Cdd	4,05	42,56	59,78
AO x AD	41,18	52,42	60,00
AO x AV	28,89	47,48	58,82
AO x Add	14,29	39,83	71,43

CP: comprimento padrão; CO: comprimento do otólito; AO: altura do otólito; CSA: comprimento do sulco acústico; depressão; AD: altura ventral; Cos: comprimento do óstio; Cdd: comprimento da depressão dorsal; Add: altura da depressão dorsal.

geneidade de formas e medidas dentro da área abrangida não sugere diferenciação geográfica do peixe-lagarto, fator importante no diagnóstico e manejo de estoques (Cadrin et al., 2005).

Merecem consideração, ainda, os estudos que vêm empregando morfometria geométrica, tendência recente de análise, incluindo otólitos, cuja metodologia geral está sintetizada em Zelditch et al. (2004). No entanto, apesar da acuidade deste método (Ponton, 2006), sua aplicação deve ser posterior à análise bidimensional (Monteiro & Reis, 1999). No Brasil, apenas Monteiro et al. (2005) aplicaram morfometria geométrica a otólitos de cieniideos, sendo esta uma diretriz para os próximos estudos com otólitos de *B. heterurus*.

#### A G R A D E C I M E N T O S

Ao Dr. Antônio Olinto Ávila-da-Silva, do Instituto de Pesca (SAA/APTA), pela utilização do laboratório. Ao Prof. Dr. Luis Alberto Zavala-Camin, da Universidade Santa Cecília (UNISANTA), pelas valiosas sugestões.

#### R E F E R Ê N C I A S

Abilhôa, V. & Corrêa, M.F.M. (1992/93). Catálogo de otólitos de Carangidae (Osteichthyes - Perciformes) do

- Litoral do Estado do Paraná, Brasil. *Nerítica*, 7(1-2): 119-31.
- Assis, C.A. (2004). *Guia para a identificação de algumas famílias de peixes ósseos de Portugal continental, através da morfologia de seus otólitos sagitta*. Cascais: Câmara Municipal de Cascais.
- Bagenal, T.B. & Tesch, F.W. (1978). Age and growth. In: Bagenal, T.B. (Ed.). *Methods for assessment of fish production in fresh waters*. 3rd ed. Oxford: Blackwell Scientific Publications. p.101-36.
- Barbieri, G. (1975). *Sobre o crescimento relativo de Geophagus brasiliensis (Quoy & Gaimard, 1824) na Represa do Lobo, Estado de São Paulo*. Tese - Instituto de Biociências, Universidade de São Paulo.
- Baremore, I.E. & Bethea, D.M. (2006). *A guide to otoliths from fishes of the Gulf of Mexico and Atlantic Ocean*. Panama City Laboratory National Marine Fisheries Service. Disponível em: <<http://www.sefspanamalab.noaa.gov/OtolithGuide/default.htm>>. (acesso: 30 ago. 2007).
- Bastos, G.C.C. (1990). *Morfologia de otólitos de algumas espécies de Perciformes (Teleostei) da costa Sudeste-Sul do Brasil*. Dissertação - Instituto Oceanográfico, Universidade de São Paulo.
- Begg, G.A.; Campana, S.E.; Fowler, A.J. & Suthers, I.M. (2005). Otolith research and application: current directions in innovation and implementation. *Marine Freshwater Research*, 56(5):477-83.
- Bernardes, R.A.; Figueiredo, J.L.; Rodrigues, A.R.; Fischer, L.G.; Vooren, C.M.; Haimovici, M. & Rossi-Wongtschowski, C.L.D.B. (2005). *Peixes da zona exclusiva da região Sudeste e Sul do Brasil: levantamento com armadilhas, pargueiras e rede de arrasto de fundo*. São Paulo: Edusp.
- Bervian, G.; Fontoura, N.F. & Haimovici, M. (2006). Statistical model of variable allometric growth: otolith growth in *Micropogonias furnieri* (Actinopterygii, Sciaenidae). *Journal of Fish Biology*, 68(1):196-208.
- Braga, F.M.S. (1982). *Estudo do crescimento relativo de Sardinella brasiliensis (Steindachner, 1879) na área entre Macaé (22°23'S) e o sul da Ilha de Santa Catarina (27°35'S)*. Tese - Instituto Oceanográfico, Universidade de São Paulo.
- Brasil. Ministério do Meio Ambiente. (2006). *Programa REVIZEE: Avaliação do potencial sustentável de recursos vivos da Zona Econômica Exclusiva do Brasil - relatório executivo*. Brasília: MMA.
- Cadrin, S.X.; Friedland, K.D. & Waldman, J.R. (Ed.) (2005). *Stock identification methods: applications in fishery science*. Oxford: Elsevier Academic Press.
- Campana, S.E. (1990). How reliable are growth back-calculations based on otoliths? *Canadian Journal of Fisheries and Aquatic Sciences*, 47(11):2219-27.
- Campana, S.E. (2004). *Photographic atlas of fish otoliths of the Northwest Atlantic Ocean*. Ottawa: NRC Research Press.
- Campana, S.E. (2005). Otolith science entering the 21st century. *Marine and Freshwater Research*, 56(5):485-95.
- Cergole, M.C.; Ávila-da-Silva, A.O. & Rossi-Wongtschowski, C.L.D.B. (Ed.). (2005). *Análise das principais pescarias comerciais da Região Sudeste-Sul do Brasil: dinâmica populacional das espécies em exploração*. São Paulo: IOUSP. Série Documentos REVIZEE.
- Corrêa, M.F.M. & Vianna, M.S. (1992/93). Catálogo de otólitos de Sciaenidae (Osteichthyes - Perciformes) do litoral do Estado do Paraná - Brasil. *Nerítica*, Curitiba, 7(1-2):13-41.
- Cruz, A. & Lombarte, A. (2004). Otolith size and its relationship with colour patterns and sound production. *Journal of Fish Biology*, 65(6):1512-25.
- Figueiredo, J.L. (1981). *Estudo das distribuições endêmicas de peixes da província zoogeográfica marinha argentina*. Tese - Museu de Zoologia, Universidade de São Paulo.
- Figueiredo, J.L.; Santos, A.P.; Yamaguti, N.; Bernardes, R.A. & Rossi-Wongtschowski, C.L.D.B. (2002). *Peixes da zona econômica exclusiva do Brasil: levantamento com rede de meia água*. São Paulo: Edusp.
- Francis, R.I.C.C. (1990). Back-calculation of fish length: a critical review. *Journal of Fish Biology*, 36(6):883-902.
- Gasalla, M.A. & Rossi-Wongtschowski, C.L.D.B. (2004). Contribution of ecosystem analysis to investigating the effects of changes in fishing strategies in the South Brazil bight coastal ecosystem. *Ecological Modelling*, 172(2-4): 283-306.
- Haimovici, M.; Martins, A.S.; Figueiredo, J.L. & Vieira, P.C. (1994). Demersal bony fish of the outer shelf and upper slope of the Southern Brazil subtropical convergence ecosystem. *Marine Ecology Progress Series*, 108(unique): 59-77.
- Huxley, J.S. (1993). *Problems of relative growth; with a new introduction by Frederick B. Churchill and an essay by Richard E. Strauss*. Baltimore: The John Hopkins University Press.
- Lemos, P.H.B.; Corrêa, M.F.M. & Pinheiro, P.C. (1995a). Catálogo de otólitos de Engraulidae (Clupeiformes - Osteichthyes) do Litoral do Estado do Paraná, Brasil. *Arquivos de Biologia e Tecnologia*, 38(3):731-45.
- Lemos, P.H.B.; Corrêa, M.F.M. & Pinheiro, P.C. (1995b). Catálogo de otólitos de Clupeidae (Clupeiformes - Osteichthyes) do Litoral do Estado do Paraná, Brasil. *Arquivos de Biologia e Tecnologia*, 38(3):747-59.
- Lemos, P.H.B.; Corrêa, M.F.M. & Abilhão, V. (1992/93). Catálogo de otólitos de Gerreidae (Osteichthyes - Perciformes) do litoral do Estado do Paraná, Brasil. *Nerítica*, 7(1-2):109-17.

- Lombarte, A. & Lleonart, J. (1993). Otolith size changes related with body growth, habitat depth and temperature. *Environmental Biology of Fishes*, 37(3):297-306.
- Lombarte, A.; Chic, A.; Parisi-Baradad, V.; Olivella, R.; Piera, J. & García-Ladona, E. (2006). A web-base environment for shape analysis of fish otoliths. The AFORO database. *Scientia Marina*, 70(1):147-52.
- Lychakov, D.V.; Rebane, Y.T.; Lombarte, A.; Fuiman, L.A. & Takabayashi, A. (2006). Fish otolith asymmetry: morphometry and modeling. *Hearing Research*, 219 (1-2):1-11.
- Menezes, N.A. & Figueiredo, J.L. (1985). *Manual de peixes marinhos do Sudeste do Brasil V. Teleostei (4)*. São Paulo, Museu de Zoologia, Universidade de São Paulo.
- Menezes, N.A.; Buckup, P.A.; Figueiredo, J.L. & Moura, R.L. (2003). *Catálogo das espécies de peixes marinhos do Brasil*. São Paulo: Museu de Zoologia, Universidade de São Paulo.
- Monteiro, L.R. & Reis, S.F. (1999). *Princípios de morfometria geométrica*. Ribeirão Preto: Editora Holos.
- Monteiro, L.R.; Di Benedetto, A.P.M.; Guillermo, L.H. & Rivera, L.A. (2005). Allometric changes and shape differentiation of sagitta otoliths in sciaenid fishes. *Fisheries Research*, 74(1-3):288-99.
- Moyle, P.B. & Cech Jr, J.J. (2004). *Fishes: an introduction to ichthyology*. 5th ed. New Jersey: Prentice Hall.
- Muto, E.Y.; Silva, M.H.C.; Vera, G.R.; Leite, S.S.M.; Navarro, D.G. & Rossi-Wongtschowski, C.L.D.B. (2005). *Alimentação e relações tróficas de peixes demersais da plataforma continental externa e talude superior da região Sudeste-Sul do Brasil*. São Paulo: IOUSP.
- Peres, M.B. & Haimovici, M. (2003). Alimentação do cherne-poveiro *Polyprion americanus* (Polyprionidae, Teleostei) no Sul do Brasil. *Atlântica*, 25(2):201-8.
- Perez, J.A.A. & Pezzutto, P.R. (2006). A pesca de arrasto de talude do Sudeste e Sul do Brasil: tendências da frota nacional entre 2001 e 2003. *Boletim Instituto de Pesca*, 32(2):127-50.
- Perez, J.A.A.; Pezzutto, P.R. & Andrade, H.A. (2005). Biomass assessment of the monkfish *Lophius gastrophysus* stock exploited by a new deep-water fishery in southern Brazil. *Fisheries Research*, 72(2-3):149-62.
- Perez, J.A.A.; Wahrlich, R.; Pezzuto, P.R.; Schwingel, P.R.; Lopes, F.R.A. & Rodrigues-Ribeiro, M. (2003). Deep-sea fishery off Southern Brazil: recent trends of the Brazilian fishing industry. *Journal of Northwest Atlantic Fishery Science*, 31(unique):1-18.
- Ponton, D. (2006). Is geometric morphometrics efficient for comparing otolith shape of different fish species? *Journal of Morphology*, 267(6):750-7.
- Popper, A.N.; Ramcharitar, J. & Campana, S.E. (2005). Why otoliths? Insights from inner ear physiology and fisheries biology. *Marine Freshwater Research*, 56(5):497-504.
- Ricker, W.E. (1973). Linear regressions in fishery research. *Journal Fisheries Research Board of Canada*, 30(3): 409-34.
- Rocha, G.R.A. & Rossi-Wongtschowski, C.L.D.B. (1998). Demersal fish community on the inner shelf of Ubatuba, southeastern Brazil. *Revista Brasileira de Oceanografia*, 46(2):93-109.
- Rossi-Wongtschowski, C.L.D.B. (1978). *Sardinella brasiliensis* (Steindachner, 1879): estudo sobre a estrutura da espécie na área entre 23°S (RJ) e 28°S (SC), Brasil. Tese - Instituto de Biociências, Universidade de São Paulo.
- Rossi-Wongtschowski, C.L.D.B. & Paes, E.T. (1993). Padrões espaciais e temporais da comunidade de peixes demersais do litoral norte do Estado de São Paulo - Ubatuba, Brasil. *Publicação especial do Instituto Oceanográfico*, 10(único):169-88.
- Rossi-Wongtschowski, C.L.D.B.; Ávila-da-Silva, A.O. & Cergole, M.C. (Eds.). (2006). *Análise das principais pescarias comerciais da Região Sudeste-Sul do Brasil: dinâmica populacional das espécies em exploração - II*. São Paulo: IOUSP. Série Documentos REVIZEE.
- Secor, D.H.; Dean, J.M. & Campana, S.E. (1995). Recent development in fish otolith research. Columbia: The Belle W. Baruch Library in Marine Science.
- Siegel, S. & Castellan, N.J. (2006). *Estatística não-paramétrica para ciências do comportamento*. 2a. ed. Porto Alegre: Artmed.
- Triola, M.F. (2005). *Introdução à estatística*. 9a. ed. Rio de Janeiro: LTC.
- Vaz-dos-Santos, A.M. & Rossi-Wongtschowski, C.L.D.B. (2005). *Merluccius hubbsi* Marini, 1993. In: Cergole, M.C.; Ávila-da-Silva, A.O. & Rossi-Wongtschowski, C.L.D.B. (Ed.). *Análise das principais pescarias comerciais da Região Sudeste-Sul do Brasil: dinâmica populacional das espécies em exploração*. São Paulo: IOUSP. Série Documentos REVIZEE. p.88-93.
- Walters, C.J. & Martell, S.J.D. (2004). *Fisheries ecology and management*. Princeton: Princeton University Press.
- Zar, J.H. (1999). *Biostatistical analysis*. 4th ed. New Jersey: Prentice Hall.
- Zelditch, M.L.; Swiderski, D.L.; Sheets, H.D. & Fink, W.L. (2004). *Geometric morphometrics for biologists: a primer*. San Diego: Elsevier Academic Press.

Recebido em: 6/9/2007  
Aprovado em: 17/9/2007