

MORFOLOGIA E BIOMETRIA DOS OTÓLITOS DE *Beryx splendens* E *Hoplostethus occidentalis* (BERYCIFORMES) NO ATLÂNTICO SUDOESTE*

Adrielen da Silva RONDON¹; André Martins VAZ-DOS-SANTOS²; Carmen Lúcia Del Bianco ROSSI-WONGTSCHOWSKI³

RESUMO

Beryx splendens e *Hoplostethus occidentalis* são típicos de regiões de borda de plataforma continental e talude superior na região Sudeste-Sul do Brasil. Nesta área, *B. splendens* e *H. occidentalis* se destacaram nas capturas em cruzeiros de prospecção pesqueira, tendo a primeira sido registrada nos desembarques de pescarias comerciais e constitui item importante da dieta de outros peixes. Neste estudo, foi realizada a caracterização morfológica das *sagittae* de *B. splendens* e *H. occidentalis*, por meio da descrição das feições do otólito, das estimativas dos índices de forma e do ajuste de regressões. Variações ontogenéticas também foram analisadas, sendo os resultados apresentados e discutidos.

Palavras chave: Feições morfológicas; morfometria; crescimento relativo; *sagitta*

OTOLITH MORPHOLOGY AND BIOMETRY OF *Beryx splendens* AND *Hoplostethus occidentalis* (BERYCIFORMES) IN THE SOUTHWESTERN ATLANTIC

ABSTRACT

Beryx splendens and *Hoplostethus occidentalis* are common species distributed along the shelf break and upper slope of Southeastern and Southern Brazil. In this area, *B. splendens* and *H. occidentalis* were important species in survey catches. *Beryx splendens* has been landed in commercial catches and it is an important prey for other fish species. In this study, the morphological features of *B. splendens* and *H. occidentalis* otoliths are described, including shape indices and regression analyses. Ontogenetic changes in otoliths were also analyzed and the results are presented and discussed.

Keywords: Morphological features; morphometry; relative growth; *sagitta*

Artigo Científico: Recebido em 15/10/2013 – Aprovado em 11/03/2014

¹ Programa de Pós-Graduação – Instituto de Pesca (PPGIP). e-mail: adrielen_rondon@yahoo.com.br

² Universidade Federal do Paraná (UFPR). Laboratório de Esclerocronologia. Rua Pioneiro, 2153 - Jardim Dallas - CEP: 85.950-000 - Palotina - PR - Brasil / Programa de Pós-Graduação – Instituto de Pesca (PPGIP). e-mail: andreovaz@ufpr.br (autor correspondente)

³ Instituto Oceanográfico da Universidade de São Paulo (IOUSP). e-mail: cwongski@usp.br

* Apoio financeiro: FAPESP 2009/11025-9

INTRODUÇÃO

Otólitos são concreções constituídas de carbonato de cálcio (95%, cristalizado principalmente na forma de aragonita), matéria orgânica (3-5%) e elementos traço (CAMPANA, 2004), que se situam na cápsula auditiva dos peixes ósseos, tendo como funções o equilíbrio e a audição (MOYLE e CECH, 2004). Os peixes ósseos apresentam três pares simétricos de otólitos denominados *sagitta*, *lapillus* e *asteriscus* (SECOR *et al.*, 1991), sendo que, na maioria das espécies, as *sagittae* são as mais conspícuas e utilizadas para diversos estudos (BEGG *et al.*, 2005). As *sagittae* são estruturas espécie-específicas (HECHT e APPELBAUM, 1982; HECHT, 1987; GALLEY *et al.*, 2006), embora estejam sujeitas a variações genéticas, ontogenéticas e ambientais (LOMBARTE *et al.*, 2003; CAMPANA, 2004, 2005).

Caracterizações morfológicas de otólitos são amplamente documentadas (*cf.* citações na sequência deste parágrafo), por sua importância na identificação das espécies e de suas variações populacionais, para a compreensão do padrão de desenvolvimento manifestado no crescimento do otólito, entre outras aplicações. Alguns guias e atlas de otólitos são referências fundamentais sobre o assunto, mencionando MORROW (1979), HÄRKÖNEN (1986), HECHT (1987), WILLIAMS e McELDOWNEY (1990), SMALE *et al.* (1995), VOLPEDO e ECHEVERRÍA (2000); NAVEDA (2001), ASSIS (2004), CAMPANA (2004), FURLANI *et al.* (2007), SVETOCHEVA *et al.* (2007); TUSET *et al.* (2008) e BAREMORE e BETHEA (2010). A base de dados AFORO, um catálogo interativo mundial que inclui uma identificação de espécies por meio da análise da forma baseada em descrições matemáticas (LOMBARTE *et al.*, 2006), é outro exemplo.

No Brasil, esta linha de estudo tem sido tradicionalmente desenvolvida em peixes marinhos, destacando BRAGA e GOITEIN (1985), sobre *Prionotus punctatus*; CORRÊA e VIANNA (1992/93), LEMOS *et al.* (1992/93, 1995a, b), ABILHÔA e CORRÊA (1992/93), sobre cienídeos, gerreídeos, engraulídeos, clupeídeos e carangídeos do Paraná, respectivamente; MONTEIRO *et al.* (2005), novamente sobre cienídeos; VAZ-DOS-SANTOS *et al.* (2007), sobre *Bembrops heterurus*, e DUARTE-NETO *et al.* (2008),

para *Coryphaena hippurus*. Nestes estudos, diversas metodologias para a caracterização das *sagittae* foram aplicadas e, particularmente, os estudos conduzidos no Paraná, serviram para constituir a primeira coleção de referência de otólitos do Brasil (ABILHÔA e CORRÊA, 1992/93; CORRÊA e VIANNA, 1992/93; LEMOS *et al.*, 1992/93, 1995a,b).

O alfonsino, *Beryx splendens* Lowe, 1834 e *Hoplostethus occidentalis* Woods, 1973, são peixes pertencentes à ordem Berycíformes, que se distribuem em uma faixa de 50 m a mais de 1.200 m de profundidade (MOORE, 2002a, b). Estas duas espécies se destacaram nas capturas de arrasto-de-fundo, realizadas durante o levantamento dos recursos vivos da Zona Econômica Exclusiva na região Sudeste-Sul do Brasil (HAIMOVICI *et al.*, 2008).

Beryx splendens é uma espécie com distribuição circunglobal e de interesse comercial em vários países, como Japão e Nova Zelândia (MAGUIRE *et al.*, 2006), sendo amplamente estudada (*cf.* RONDON, 2011). No Brasil, é citado em levantamentos faunísticos (HAIMOVICI *et al.*, 1994), em estudos tróficos (PERES e HAIMOVICI, 2003), em estimativas de biomassa (HAIMOVICI *et al.*, 2008) e, recentemente, em estatísticas de desembarque da pesca de emalhe-de-fundo (UNIVALI/CTTMar, 2010, 2011). *Hoplostethus occidentalis* distribui-se no oeste do Atlântico, da América do Norte ao sul do Brasil (FIGUEIREDO e MENEZES, 1980; MOORE, 2002b), não apresentando interesse comercial e sendo citado somente em levantamentos faunísticos como uma espécie importante para a fauna de profundidade (BERNARDES *et al.*, 2005; REED e ROSS, 2005; SULAK *et al.*, 2007; HAIMOVICI *et al.*, 2008; ROSS e QUATTRINI, 2008). Neste contexto, o presente estudo objetivou a caracterização morfológica e biométrica das *sagittae* de *B. splendens* e *H. occidentalis*, analisando suas variações ontogenéticas.

MATERIAL E MÉTODOS

Os exemplares de *B. splendens* e *H. occidentalis* foram capturados em cruzeiros de prospecção pesqueira com arrasto de fundo em 2001 e 2002, entre 22°S e 29°S (HAIMOVICI *et al.*, 2008). Transcrevendo os autores (HAIMOVICI *et al.*,

2008), “as redes eram do modelo ‘Engel Star Balloom Trawl’, com 439 malhas de 160 mm na boca, diminuindo até 70 mm no ensacador. A tralha inferior era do tipo ‘rockhopper’, estando a parte central, de 20,8 m de comprimento, provida de discos de borracha de 300, 200 e 130 mm de diâmetro, e duas extensões laterais de 9,8 m, com discos de borracha de 75 mm de diâmetro, totalizando 40,4 m. Foram utilizadas portas retangulares tipo ‘hydro’, com 550 kg de peso cada. Em todos os lances foram usados brincos de 50 m e malhetas de 5 m de comprimento. Nos arrastos, o ensacador foi forrado com duas panagens, uma intermediária de fio duplo de aproximadamente 32 mm de distância entre nós opostos e, outra interna de fio simples, com aproximadamente 27 mm entre nós opostos”.

Ambas as espécies ocorreram ao longo de toda a área, sendo que os exemplares de alfonsino foram capturados entre 96 m e 610 m de profundidade (média em 486 m) e os de *H. occidentalis*, entre 396 m e 622 m (média em 466 m) (Figura 1). A bordo, os exemplares coletados foram identificados e congelados para posterior obtenção de dados. Em laboratório, o comprimento padrão (Ls, medido da ponta do focinho à extremidade da placa hipural, detectada externamente dobrando-se lateralmente os raios da nadadeira caudal) foi mensurado com o auxílio de um ictiomêtro com precisão de 1 milímetro e os otólitos *sagitta* foram retirados das cápsulas auditivas, lavados, secados e armazenados em tubos plásticos com fechamento (FAO, 1981).

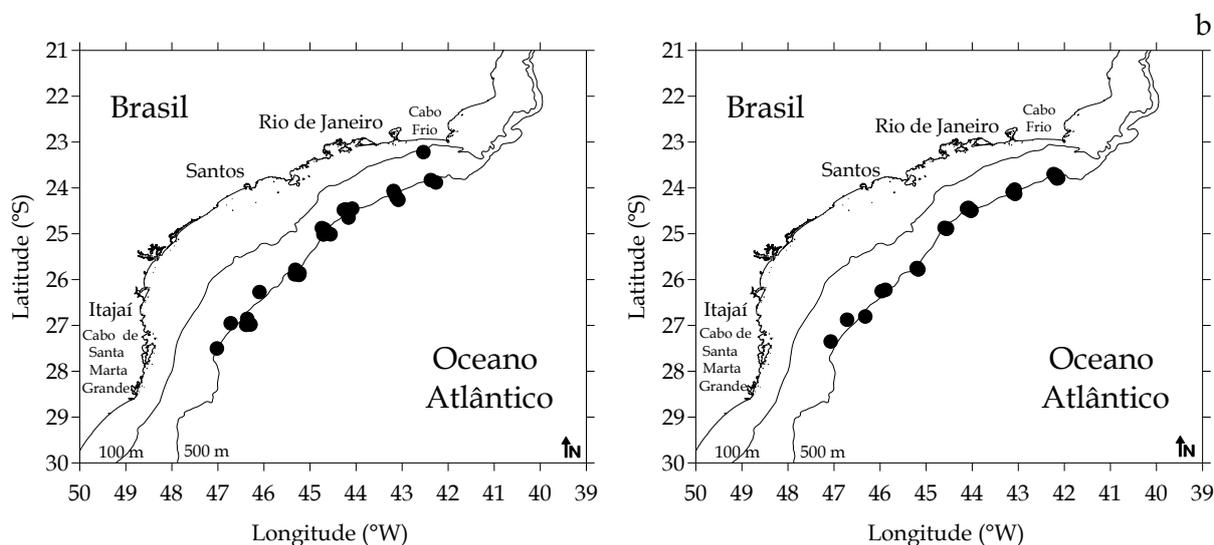


Figura 1. Lances com capturas de *Beryx splendens* (a) e *Hoplostethus occidentalis* (b) durante os cruzeiros de prospecção pesqueira com arrasto de fundo em 2001 e 2002, entre 22°S e 29°S.

A análise da morfologia das *sagittae* de *B. splendens* e *H. occidentalis* foi constituída por duas etapas: a caracterização morfológica, com a descrição de feições específicas, e a descrição morfométrica, por meio da realização de medidas dos otólitos e posterior análise das mesmas (BASTOS, 1990; FURLANI *et al.*, 2007; TUSET *et al.*, 2008). Com base nestas referências, foram observadas as seguintes feições morfológicas para todos os otólitos: contorno do otólito (forma); tipo de sulco acústico (ostial, caudal, pseudo-ostiocaudal, mesial, pseudo-ostial, para-ostial, ostio-caudal); posição do sulco (inframediano, mediano e supramediano); tipo de óstio (dobrado-

côncavo, dobrado, tubular, lateral, discoidal, afunilado, retangular, arredondado e elíptico); natureza da cauda e sua curvatura (tubular, elíptica e círculo-oval); regiões anterior e posterior (afilada, angulosa, entalhada, cortada, duplamente afilada, circular, arredondada, achatada, oblíqua, lanceolada, irregular); natureza do rostro e da excisura; tipo de margem dorsal e ventral (lisa, denteada, irregular, sinuosa, lobada, serrada e crenada); número de cristas em cada margem.

Os dados de morfologia foram analisados por meio de tabelas contendo as distribuições de frequência de indivíduos por categorias/quantidades de atributos, verificando-

se a presença ou não de variações ontogenéticas (por classes de comprimento padrão). A partir destas tabelas, descreveu-se a sequência de desenvolvimento morfológico (presença/ausência e alterações de feições), ilustrando-as através de pranchas e com o auxílio de imagens digitais dos otólitos, obtidas em analisador de imagens. Foram calculadas porcentagens de indivíduos com otólitos nas diferentes feições.

A caracterização morfométrica seguiu as medidas utilizadas por VAZ-DOS-SANTOS *et al.* (2007), em decorrência da revisão destes autores sobre o assunto. Otólitos quebrados não foram mensurados. Com auxílio de um paquímetro de precisão (0,1 mm), foram obtidos: comprimento do otólito (L_o , mm); altura do otólito (H_o , mm); espessura do otólito (T_o , mm) e, em balança, o peso do otólito (W_o , g). Das figuras digitalizadas foram obtidos também o comprimento (L_{sa} , mm) e a altura do sulco acústico (H_{sa} , mm), a área do contorno do otólito (A) em mm^2 e o perímetro do contorno (P) em mm, através do programa Image Pro-Plus®. A partir desses dados, foram calculados índices para a caracterização do formato, a circularidade (P^2/A) e a retangularidade [$A/(L_o \times H_o)$] (TUSET *et al.*, 2008). Para descrever variações ontogenéticas, a distribuição das médias dos índices por classes de comprimento padrão foi analisada graficamente. Para verificar sua significância, estes dados foram submetidos à análise de correlação de Spearman após testes de pressupostos (ZAR, 2010).

A análise de correlação também foi aplicada aos dados de comprimento padrão e as medidas dos otólitos ($L_s \times L_o$; $L_s \times H_o$; $L_s \times T_o$; $L_s \times W_o$) e das medidas dos otólitos entre si (L_o , H_o , L_o , T_o). As relações com correlações significativas ($P < 0,05$) foram selecionadas para análise de regressão linear e consequente caracterização morfométrica (BASTOS, 1990; CORRÊA e VIANNA, 1992/93). A estimativa dos parâmetros do modelo $y = a + bx$ foi feita pelo método linear dos mínimos quadrados com os dados logaritmizados, sendo conduzidas análises de variância da regressão (coeficiente de determinação e resíduos) (VIEIRA, 2006; ZAR, 2010).

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, linearizados através de logaritmo decimal, em relação ao valor padrão de isometria para medidas lineares ($b = 1$) e para o peso ($b = 3$) (QUINN II e DERISO, 1999), a partir da aplicação de teste t.

RESULTADOS

Foram analisados 317 exemplares de *B. splendens*, com comprimento padrão entre 118 mm e 275 mm, com média e desvio padrão de 166 ± 28 mm, e 394 exemplares de *H. occidentalis*, com comprimento padrão mínimo de 47 mm e máximo em 195 mm, com média e desvio padrão de 136 ± 20 mm (Figura 2).

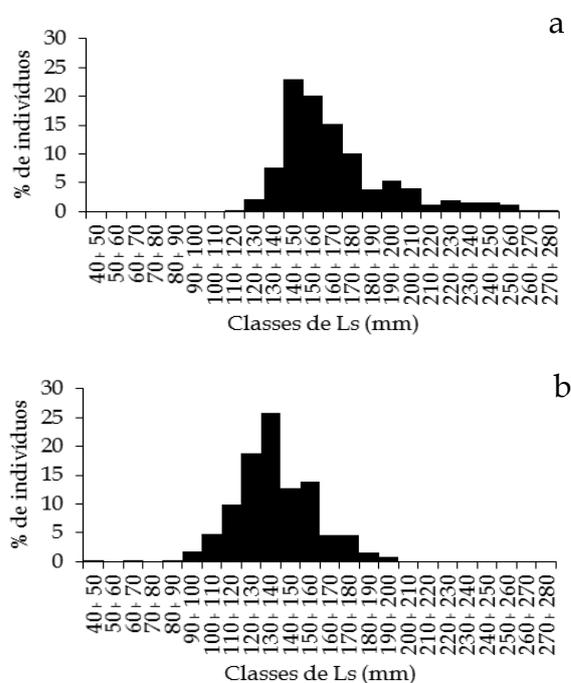


Figura 2. Distribuição de frequência de indivíduos por classes de comprimento padrão (L_s) para (a) *Beryx splendens* ($n = 317$) e (b) *Hoplostethus occidentalis* ($n = 394$).

Foi analisada a morfologia de 259 otólitos de *B. splendens*, com comprimentos (L_o) variando de 7,70 mm a 14,00 mm e alturas (H_o) de 10,35 mm a 15,20 mm. Para *H. occidentalis* foram analisados 317 otólitos, com 5,95 mm a 15,50 mm de comprimento (L_o) e 4,40 mm a 12,05 mm de altura (H_o). Em ambas as espécies, o comprimento foi sempre maior que a altura (Figura 3).

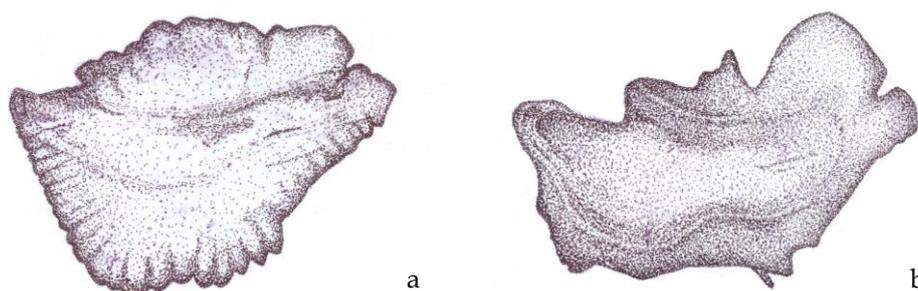


Figura 3. Face proximal das *sagittae* direita de (a) *Beryx splendens* (Ls = 169 mm; Lo = 9,75 mm) e (b) *Hoplostethus occidentalis* (Ls = 192 mm; Lo = 11,75 mm).

O otólito *sagitta* de *B. splendens* (Figura 4) é levemente convexo, com um núcleo grande, opaco, cuja forma acompanha o formato do otólito. Podem ser vistos anéis translúcidos finos e nítidos em alguns otólitos, e os opacos mais espessos, sendo mais fácil a visualização na região anterior do otólito. As *sagittae* de *B. splendens* foram caracterizadas quanto à forma como pentagonais; o sulco acústico é predominantemente do tipo pseudostiocaudal

(63%), heterosulcóide em posição mediana; o óstio é dobrado-côncavo; a cauda é tubular e reta; a região anterior é afilada, o rostró é curto e o antirrostró está ausente ou pouco definido; a excisura é pequena ou ausente; a região posterior é angulosa; a margem dorsal é predominantemente lobada (79%); a margem ventral é predominantemente crenada (84%), com número de cristas variando de 7 a 30, havendo redução no número ao longo do desenvolvimento.

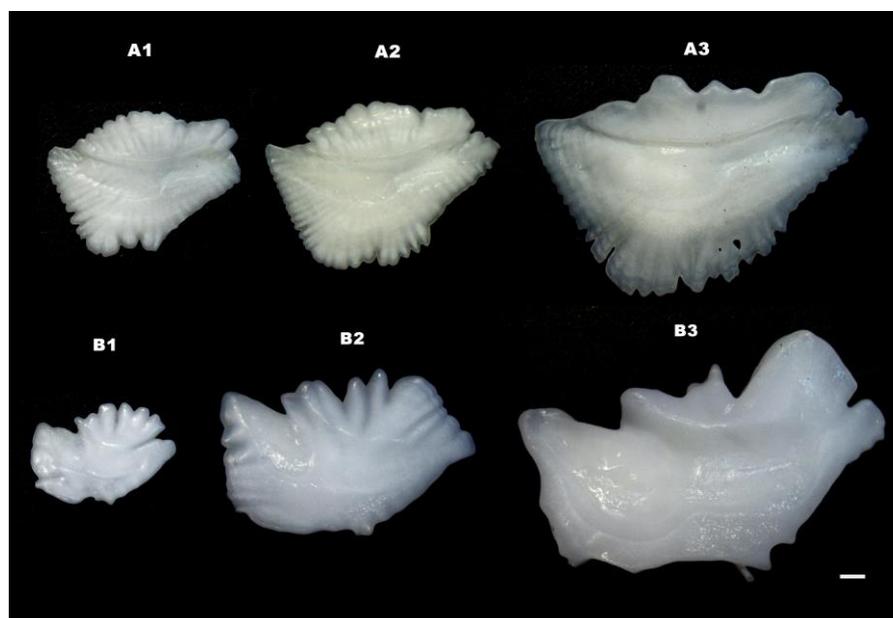


Figura 4. (A) otólitos *sagitta* direitos de *Beryx splendens* (comprimento padrão: A1 = 118 mm; A2 = 169 mm e A3 = 275 mm). (B) otólitos *sagitta* direitos de *Hoplostethus occidentalis* (comprimento padrão: B1 = 64 mm; B2 = 136 mm; B3 = 192 mm). Escala de 1 mm (barra horizontal).

Em *H. occidentalis* os otólitos são espessos e calcificados (Figura 4), não tendo sido possível analisar sua estrutura quanto à presença do núcleo,

pois a espessura do otólito não o deixa visível. Quanto à forma, os otólitos de *H. occidentalis* são irregulares; o sulco acústico é predominantemente

ostial (91%), heterosulcóide em posição mediana; o óstio é discooidal; a cauda é tubular e reta, a região anterior é arredondada a achatada, com rostro pontiagudo a arredondado e antirrostro curto e pontiagudo; a excisura é grande; a região posterior é angulosa; a margem dorsal é do tipo irregular (60%) a lobada (40%); a margem ventral é predominantemente irregular (96%) com número de cristas variável. As margens dorsais e ventrais apresentaram variação no número de cristas sem um padrão fixo, porém pode-se observar diferença entre os otólitos menores, mais crenulados e lobados que os otólitos maiores, sendo mais frequentes margens irregulares (Figura 4).

Os índices de circularidade e retangularidade variaram de 14,3 a 18,9 (média em 16,27) e de 0,54

a 0,80 (média em 0,73), respectivamente, para *B. splendens* e, entre 15,5 e 22,3 (média em 18,24) e 0,44 e 0,96 (média em 0,78) para *H. occidentalis*, respectivamente. Os valores médios dos índices apresentaram um aumento da circularidade ao longo do crescimento para ambas as espécies, mas os de retangularidade não apresentaram variação (Figura 5). Para *B. splendens*, houve correlação entre o comprimento padrão e a circularidade ($r_s = 0,410$; $t = 7,12$; $P < 0,001$), mas a retangularidade não apresentou correlação significativa ($r_s = -0,342$; $t = -5,12$; $P > 0,05$). Para *H. occidentalis*, a correlação entre L_s x circularidade foi de 0,457 ($t = 9,111$; $P < 0,001$), também não havendo correlação entre o comprimento padrão e a retangularidade ($r_s = -0,240$; $t = -4,26$; $P > 0,05$).

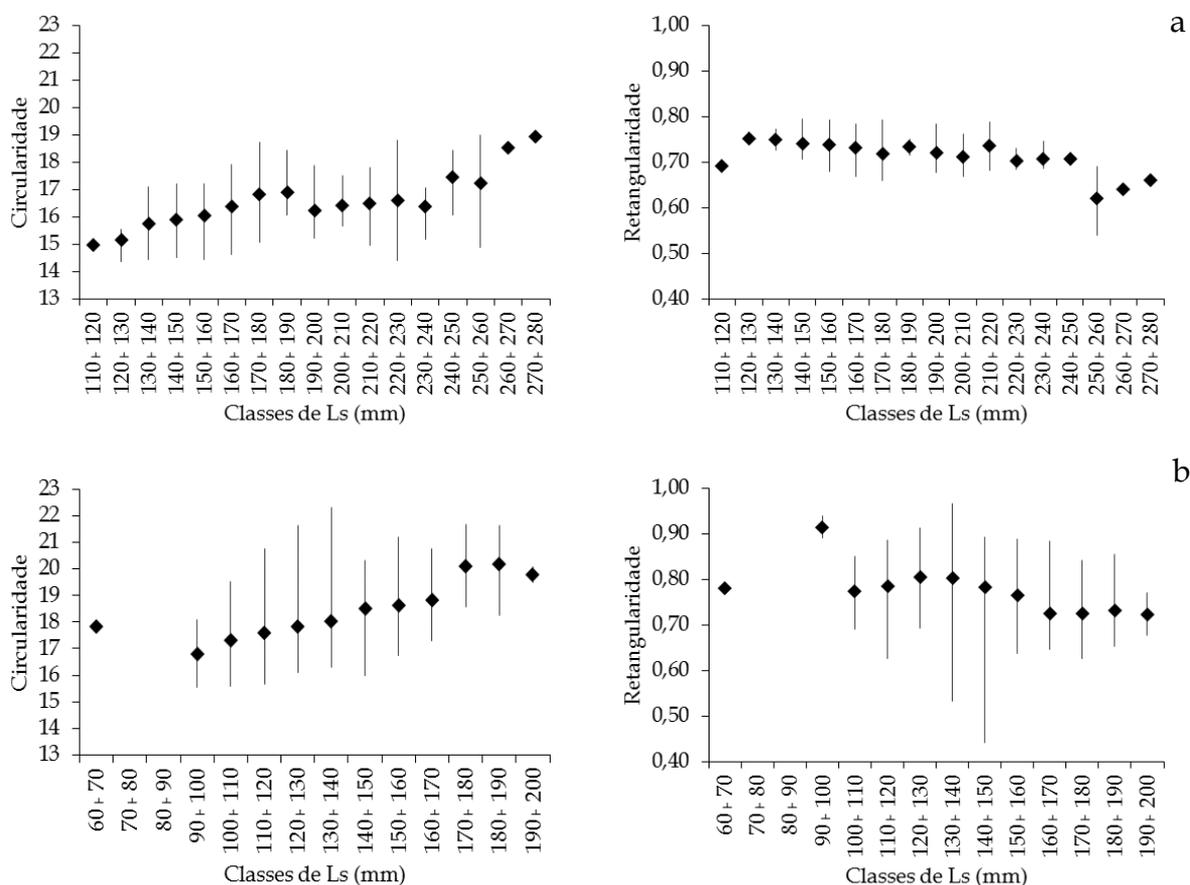


Figura 5. Valores médios (símbolo), mínimo e máximo (barras verticais) dos índices de circularidade e retangularidade por classes de comprimento padrão (L_s) para (a) *Beryx splendens* e (b) *Hoplostethus occidentalis*.

As análises do comprimento padrão (L_s) e das medidas dos otólitos (L_o , H_o , T_o , e W_o),

apresentaram valores de correlações altos e significativos ($P < 0,001$) para ambas as espécies

estudadas (Tabelas 1 e 2). Para *B. splendens*, as análises de regressão apresentaram bons ajustes, assim como para *H. occidentalis*. Em ambos os casos, a espessura (To) foi a medida menos robusta nos ajustes de regressões, evidenciando o pouco incremento que o otólito sofre neste eixo ao

longo de seu desenvolvimento. Em termos de crescimento relativo, em ambas as espécies houve tendência de alometria negativa para as medidas os otólitos em relação ao comprimento padrão, mostrando que o crescimento do otólito é proporcionalmente menor.

Tabela 1. *Beryx splendens*: análises de correlação, regressão e crescimento relativo (r_s - coeficiente de correlação de Spearman; t - valor da estatística do teste; P - valor da probabilidade associada à estatística calculada) entre o comprimento padrão (Ls) e medidas dos otólitos.

Variáveis	Correlação			Regressão			Crescimento Relativo		n
	r_s	t	P	a	b	r^2	t	P	
Ls x Lo	0,921	33,25	<0,001	-0,625	0,727	0,880	-14,04	<0,001	199
Ls x Ho	0,925	38,97	<0,001	-0,927	0,799	0,890	-11,45	<0,001	258
Ls x To	0,723	16,77	<0,001	-1,018	0,473	0,603	-21,94	<0,001	259
Ls x Wo	0,916	32,24	<0,001	-5,263	1,858	0,844	-20,19	<0,001	201
Lo x Ho	0,912	30,79	<0,001	0,282	0,837	0,855	-6,60	<0,001	195
Lo x To	0,683	13,16	<0,001	0,956	0,964	0,530	-0,60	0,275	200
Lo x Wo	0,898	28,66	<0,001	-3,468	2,355	0,815	-8,02	<0,001	198
Lo x Lsa	0,918	30,13	<0,001	0,085	0,882	0,866	-4,42	<0,001	171
To x Wo	0,690	13,48	<0,001	-1,225	2,599	0,566	-2,48	0,006	201
Ho x Hsa	0,659	14,04	>0,050	-	-	-	-	-	258
Lsa x Hsa	0,673	12,25	<0,001	-0,575	1,078	0,543	0,88	0,190	183

Tabela 2. *Hoplostethus occidentalis*: análises de correlação, regressão e crescimento relativo (r_s - coeficiente de correlação de Spearman; t - valor da estatística do teste; P - valor da probabilidade associada à estatística calculada) entre o comprimento padrão (Ls) e medidas dos otólitos.

Variáveis	Correlação			Regressão			Crescimento Relativo		n
	r_s	t	P	a	b	r^2	t	P	
Ls x Lo	0,929	43,36	<0,001	-0,944	0,929	0,883	-3,613	<0,001	297
Ls x Ho	0,758	20,58	<0,001	-0,717	0,736	0,616	-8,034	<0,001	315
Ls x To	0,785	22,50	<0,001	-1,800	0,973	0,648	-0,666	0,252	317
Ls x Wo	0,729	18,86	<0,001	-6,223	2,545	0,840	-7,02	<0,001	296
Lo x Ho	0,455	9,06	>0,050	-	-	-	-	-	297
Lo x To	0,853	28,14	<0,001	0,847	0,690	0,744	-13,17	<0,001	298
Lo x Wo	0,946	50,60	<0,001	-3,559	2,665	0,914	-7,04	<0,001	298
Lo x Lsa	0,932	43,58	<0,001	-0,214	0,832	0,883	-9,39	<0,001	289
To x Wo	0,941	47,74	<0,001	-1,382	2,133	0,883	-19,15	<0,001	297
Ho x Hsa	0,656	14,950	>0,050	-	-	-	-	-	298
Lsa x Hsa	0,822	25,00	<0,001	-0,201	0,885	0,688	-3,328	<0,001	301

Quanto às medidas dos otólitos entre si, para *B. splendens* apenas a correlação entre Ho x Hsa não apresentou valor significativo. Para *H. occidentalis*, as correlações Lo x Ho e Ho x Hsa não apresentaram valores significativos ($P > 0,05$). Os resultados dos ajustes de regressão foram

satisfatórios para ambas as espécies. Sobre o crescimento relativo, para *B. splendens* a maioria das relações foi alométrica negativa; especialmente o desenvolvimento do sulco acústico foi isométrico (Lsa x Hsa), mostrando manutenção de proporcionalidade ao longo de

seu desenvolvimento. No caso de *H. occidentalis*, todas as relações apresentaram alometria negativa.

DISCUSSÃO

A forma dos otólitos é um atributo decorrente de características genéticas, ontogenéticas e ambientais (CAMPANA, 2004; 2005). Variações ao longo do desenvolvimento do peixe também são comuns. MORROW (1979), em seu clássico estudo direcionado à identificação de presas em conteúdos estomacais de predadores, apontava que a forma e outras características dos otólitos se alteravam durante o crescimento, sendo os guias de identificação pouco úteis para fases mais jovens, como pós-larvas e juvenis. Além disso, este autor pontua que os otólitos, em várias espécies, são muito variáveis, sendo muitas vezes difícil diferenciar espécies congêneras.

SMALE *et al.* (1995) descrevem a *sagitta* do alfonsino da África do Sul como triangular, com sulco com abertura ostial (eventualmente ostiocaldal) e heterosulcóide, com a margem dorsal achatada sendo irregular ou crenada, margem ventral em forma de quilha irregular a crenada, colo heteromórfico, óstio alongado e com colículo oval, crista superior como uma crista alongada ao longo do comprimento do sulco acústico, crista inferior pouco desenvolvida, depressão dorsal oval, e depressão ventral ausente, rostro largo, achatado e arredondado e antirrosto pequeno e arredondado, excisura moderada e com ângulo largo. ASSIS (2004) definiu os otólitos *B. splendens* como poligonais irregulares, sulco do tipo heterosulcóide e abertura ostial e para-caudal, margens dorsal e ventral convexas, o rostro proeminente, longo, retangular e pontiagudo, antirrosto muito pequeno e pouco conspicuo, região posterior afilada e pontiaguda, margem dorsal e ventral convexas. FURLANI *et al.* (2007), analisando peixes da Austrália, caracterizaram os otólitos de *B. splendens* como fusiformes, sulco com abertura ostiocaldal, crista superior curvada, rostro curto, antirrosto arredondado, excisura moderada, margem dorsal inteira ou levemente lobada, margem ventral crenada a serrilhada. TUSET *et al.* (2008), analisando peixes do mar Mediterrâneo e do norte do Atlântico, consideraram os otólitos de *B. splendens* como trapezoidais, com sulco ostial,

rostro pequeno, antirrosto ausente, excisura estreita, margem dorsal inteira, margem ventral denteada a serrilhada.

Estas descrições, assim como a aqui apresentada, apresentam semelhanças e diferenças. Apesar de se tratar da mesma espécie, poder-se-ia elucubrar sobre o aspecto populacional e as condições ambientais locais como elementos que podem levar a esta distinção. A subjetividade dos diferentes autores na descrição das feições morfológicas é outro elemento que contribui para este cenário, tornando importante adotar também análises quantitativas.

Quanto à *H. occidentalis*, não foram encontradas referências com descrições da *sagitta* da espécie. Buscando comparar o otólito da espécie aqui estudada, observamos em CAMPANA (2004) fotos dos otólitos de *Hoplostethus atlanticus* com forma extremamente diferente, e de *H. mediterraneus* mais semelhante, devido à forma, à natureza das margens e à diminuição do número de cristas com o crescimento, principalmente na margem dorsal. TUSET *et al.* (2008) também apresentam fotos e descrevem as feições de *H. mediterraneus* e, apesar de visualmente os otólitos se assemelharem menos aos de *H. occidentalis*, são características comuns a forma, o sulco acústico e elementos das regiões anterior e posterior. Do estudo de CAMPANA (2004) é possível fazer inferências sobre tamanho, depreendendo-se que os otólitos das espécies de *Hoplostethus* não são muito pequenos, pois apresentam diâmetro (comprimento anteroposterior, L_o em nossa terminologia) maior que 3 mm. FURLANI *et al.* (2007) definem melhor esta escala, sendo possível considerar os otólitos de *H. occidentalis* e de *B. splendens* grandes, por possuírem diâmetro superior a 8 mm em adultos.

O índice de circularidade nos dá a informação de quão próxima é a forma do otólito de um círculo perfeito, com um valor mínimo de 4π (12,57); a retangularidade descreve variações do comprimento e altura com relação à área, sendo que para um quadrado perfeito é igual a 1 (TUSET *et al.*, 2003). Em fases iniciais de vida, os otólitos são circulares e, ao decorrer do desenvolvimento, se diferenciam nas formas amplamente registradas na literatura. Os valores da

circularidade para ambas as espécies aqui estudadas aumentaram com o aumento do comprimento padrão, revelando a tendência de redução da circularidade. O otólito de *B. splendens* é pouco circular (média em 16,27), tendendo à retangularidade (média em 0,73); os otólitos analisados por TUSET *et al.* (2008) também apresentaram baixa circularidade (15,7 - 21,9), mas, diferentemente dos resultados aqui encontrados, a retangularidade também foi baixa (0,1 - 0,2). Para *H. occidentalis* (circularidade e retangularidade médias em 18,24 e 0,78, respectivamente) as considerações são as mesmas, com baixa circularidade e alta retangularidade. Na comparação com *H. mediterraneus* (TUSET *et al.*, 2008), a circularidade (16,7-18,3) foi semelhante, mas a retangularidade (0,1-0,2) não. Estas variações indicam que, de fato, a forma das *sagittae* é diferente entre os peixes analisados nos diferentes estudos, reduzindo dúvidas oriundas da subjetividade da análise de feições.

As técnicas de morfometria aplicadas aos otólitos constituem um importante conjunto de descritores de forma ao longo do desenvolvimento. Apesar de não existirem referências de sua aplicação às espécies aqui analisadas, vários autores aplicaram regressões para caracterizar otólitos (BORI, 1986; CORRÊA e VIANNA 1992/93, ABILHÔA e CORRÊA, 1992/93; LEMOS *et al.*, 1992/93, 1995a,b; BALDÁS *et al.*, 1997; GOMIERO e BRAGA, 2007 e VAZ-DOS-SANTOS *et al.*, 2007). Considera-se fundamental o uso desta técnica, pois é uma ferramenta útil e imediata em termos de aplicação e serve para analisar o desenvolvimento, mesmo quando de complexas mudanças nas feições morfológicas.

No presente estudo, os resultados apresentados servem como referencial para as espécies analisadas, dando suporte para sua identificação a partir de otólitos e a outros estudos, como os de crescimento, de variações geográficas, de interações com fatores ambientais e, em especial, de morfometria geométrica (MONTEIRO e REIS, 1999), que depende intrinsecamente de pormenorizada descrição das *sagitta*.

AGRADECIMENTOS

Ao Programa de Pós-graduação em Aquicultura e Pesca do Instituto de Pesca, através

da Coordenação e equipe. Aos Professores das bancas de qualificação, mestrado e revisores FAPESP que contribuíram para este estudo. À Universidade São Judas Tadeu e ao Sr. André Hahne e equipe pelo suporte para a condução das atividades de laboratório. Ao valoroso trabalho do Comitê Editorial do Instituto de Pesca, na pessoa da Dra. Helenice Pereira de Barros, e dos revisores anônimos, que muito contribuíram para aprimorar o texto original.

REFERÊNCIAS

- ABILHÔA, V. e 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 dos seus otólitos sagitta*. Cascais: Câmara Municipal de Cascais. 190p.
- BALDÁS, M.I.; MACRI, G.P.; VOLPEDO, A.V.; ECHEVERRÍA, D.D. 1997 Morfología de la *sagitta* de peces marinos de la costa bonaerense de la Argentina I: Carangidae, Sciaenidae, Mullidae. *Atlántica*, 19: 99-112.
- BAREMORE, I.E. e BETHEA, D.M. 2010 *A guide to otoliths from fishes of the Gulf of Mexico*. NOAA Technical Memorandum NMFS-SEFSC, 599: 1-102.
- BASTOS, G.C.C. 1990 *Morfologia de otólitos de algumas espécies de Perciformes (Teleostei) da costa Sudeste-Sul do Brasil*. São Paulo. 180p. (Dissertação de Mestrado. Instituto Oceanográfico, USP).
- BEGG, G.A.; CAMPANA, S.E.; FOWLER, A.J.; SUTHERS, I.M. 2005 Otolith research and application: current directions in innovation and implementation. *Marine and Freshwater Research*, 56: 477-483.
- BERNARDES, R.A.; FIGUEIREDO, J.L.; RODRIGUES, A.R.; FISHER, L.G.; VOOREN, C.M.; HAIMOVICI, M.; ROSSI-WONGTSCHOWSKI, C.L.D.B. 2005 *Peixes da Zona Econômica Exclusiva da região Sudeste-Sul do Brasil: levantamento com armadilhas, pargueiras e rede de arrasto de fundo*. São Paulo: EDUSP. 295p.
- BORI, C. 1986 Análisis morfológico comparado del otólito (*sagitta*) de *Solea vulgaris* y *S. senegalensis*

- (Teleostei: Soleidae) del delta del Ebro. *Investigaciones Pesqueras*, 50(2): 247-264.
- BRAGA, F.M.S. e GOITEIN, R. 1985 Estudo morfológico da *sagitta* da cabrinha (*Prionotus punctatus*, Triglidae), da região da Ilha Anchieta (Lat. 23°33'S - Long. 45°05'W), Ubatuba, litoral norte do Estado de São Paulo, Brasil. *Naturalia*, 10: 65-74.
- CAMPANA, S.E. 2004 *Photographic atlas of fish otoliths of the Northwest Atlantic Ocean*. Ottawa: NRC Research Press. 280p.
- CAMPANA, S.E. 2005 Otolith science entering the 21st century. *Marine and Freshwater Research*, 56: 485-495.
- CORRÊA, M.F.M. e VIANNA, M.S. 1992/93 Catálogo de otólitos de Sciaenidae (Osteichthyes - Perciformes) do litoral do Estado do Paraná - Brasil. *Nerítica*, 7(1-2): 13-41.
- DUARTE-NETO, P.; LESSA, R.; STOSIC, B.; MORIZE, E. 2008 The use of sagittal otoliths in discriminating stocks of common dolphinfish (*Coryphaena hippurus*) off northeastern Brazil using multishape descriptors. *ICES Journal of Marine Science*, 65: 1144-1152.
- FAO 1981 Methods of collecting and analyzing size and age data for fish stock assessment. *FAO Fisheries Circular*, 736: 1-100.
- FIGUEIREDO, J.L. e MENEZES, N.A. 1980 *Manual de peixes marinhos do Sudeste do Brasil*. III - Teleostei(2). São Paulo: Museu de Zoologia - USP. 90p.
- FURLANI, D.; GALES, R.; PEMBERTON, D. 2007 *Otoliths of common Australian temperate fish: a photographic guide*. Collingwood: CSIRO Publishing. 208p.
- GALLEY, E.A.; WRIGHT, P.J.; GIBB, F.M. 2006 Combined methods of otolith shape analysis improve identification of spawning areas of Atlantic cod. *ICES Journal of Marine Science*, 63: 1710-1717.
- GOMIERO, L.M. e BRAGA, F.M.S. 2007 Descrição dos otólitos de tucunarés (*Cichla* sp. e *Cichla monoculus*) no reservatório da hidrelétrica de Volta Grande (SP - MG). *Ciência Animal Brasileira*, 8(1): 119-126.
- 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: 59-77.
- HAIMOVICI, M.; ROSSI-WONGTSCHOWSKI, C.L.D.B.; BERNARDES, R.A.; FISHER, L.G.; VOOREN, C.M.; SANTOS, R.A. dos; RODRIGUES, A.R.; SANTOS, S. dos. 2008 *Prospecção pesqueira de espécies demersais com rede de arrasto-de-fundo na Região Sudeste-Sul do Brasil*. São Paulo: IOUSP/Série Documentos REVIZEE. 183p.
- HÄRKÖNEN, T. 1986 *Guide to the otoliths of the bony fishes of the Northeast Atlantic*. Denmark: Hellerup. 256p.
- HECHT, T. 1987 A guide to the otoliths of southern Ocean fishes. *South African Journal of Antarctic Research*, 17(1): 1-87.
- HECHT, T. e APPELBAUM, S. 1982 Morphology and taxonomic significance of the otoliths of some bathypelagic Anguilloidei and Saccopharyngoidei from the Sargasso Sea. *Helgolaender Meeresuntersuchungen*, 35: 301-308.
- 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. 276p.
- LEMOS, P.H.B.; CORRÊA, M.F.M.; ABILHÔA, V. 1992/93 Catálogo de otólitos de Gerreidae (Osteichthyes - Perciformes) do litoral do Estado do Paraná, Brasil. *Nerítica*, 7(1-2): 109-117.
- 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): 731-745.
- 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): 747-759.
- LOMBARTE, A.; TORRES, G.J.; MORALES-NIN, B. 2003 Specific *Merluccius* otolith growth patterns related to phylogenetics and environmental factors. *Journal of Marine Biology Association of United Kingdom*, 83: 277-281.
- LOMBARTE, A.; CHIC, Ò.; PARISI-BARADAD, V.; OLIVELLA, R.; PIERA J.; GARCÍA-LADONA, E.

- 2006 A web-based environment from shape analysis of fish otoliths. The AFORO database. *Scientia Marina*, 70: 147-152.
- MAGUIRE, J.J.; SISSEWINE, M.; CSIRKE, J.; GRAINGER, R.; GARCIA, S. 2006 *The state of world highly migratory, straddling and other high seas fishery resources and associated species*. FAO Fisheries Technical Paper 495. Rome: FAO. 84p.
- MONTEIRO, L.R. e REIS, S.F. 1999 *Princípios de morfometria geométrica*. Ribeirão Preto: Holos. 188p.
- MONTEIRO, L.R.; DI BENEDITTO, 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): 288-299.
- MOORE, J.A. 2002a Berycidae. Alfonsinos. In: CARPENTER, K.E. (ed.) *FAO species identification guide for fishery purposes. The living marine resources of the Western Central Atlantic*. Vol. 2. Rome: FAO. p.1189-1191.
- MOORE, J.A. 2002b Trachichthyidae Slimeheads (roughies). In: CARPENTER, K.E. (ed.) *FAO species identification guide for fishery purposes. The living marine resources of the Western Central Atlantic*. Vol. 2. Rome: FAO. p.1184-1188.
- MORROW, J.E. 1979 Preliminary keys to otoliths of some adult fishes of the Gulf of Alaska, Bering Sea, and Beaufort Sea. *NOAA Technical Report, NMFS CIRC 420*: 1-32.
- MOYLE, P.B. e CECH JR., J.J. 2004 *Fishes: an introduction to ichthyology*. Upper Saddle River: Prentice Hall. 726p.
- NAVEDA, I.G.G. 2001 Patrones morfológicos del otolito sagitta de algunos peces óseos del mar peruano. *Boletín del Instituto del Mar del Perú*, 20(1-2): 1-83.
- PERES, M.B. e HAIMOVICI, M. 2003 Alimentação do cherne-poveiro *Polyprion americanus* (Polyprionidae, Teleostei) no sul do Brasil. *Atlântica*, 25(2): 201-208.
- QUINN II, T.J. e DERISO, R.B., 1999 *Quantitative fish dynamics*. New York: Oxford University Press. 542p.
- REED, J.K. e ROSS, S.W. 2005 Deep-water reefs off the Southeastern U.S.: recent discoveries and research. *The Journal of Marine Education*, 21(4): 33-37.
- ROSDON, A.S. 2011 *Morfologia dos otólitos, idade e crescimento de Beryx splendens* Lowe, 1834 e *Hoplostethus occidentalis* Woods, 1973 (Beryciformes) no Atlântico Sudoeste (22°S-29°S), Brasil. São Paulo. 68p. (Dissertação de Mestrado. Instituto de Pesca, APTA). Disponível em: <http://www.pesca.sp.gov.br/dissertacoes_pg.php> Acesso em: 20 dez. 2012.
- ROSS, S.W. e QUATTRINI, A.M. 2008 Deep-sea reef fish assemblage patterns on the Blake Plateau (Western North Atlantic Ocean). *Marine Ecology*, 30: 74-92.
- SECOR, D.H.; DEAN, J.M.; LABAN, E.H. 1991 *Manual for otolith removal and preparation for microstructural examination*. New York: Electric Power Research Institute / Belle Baruch Institute for Marine Biology and Coastal Research. 85p.
- SMALE, M.J.; WATSON, G.; HECHT, T. 1995 *Otolith atlas of southern African Marine Fishes*. Grahamstown: J.L.B. Smith Institute of Ichthyology. 253p. + anexos.
- SULAK, K.J.; BROOKS, R.A.; LUKE, K.E.; NOREM, A.D.; RANDALL, M.T.; QUAID, A.J.; YEARGIN, G.E.; MILLER, J.M.; HARDEM, W.M.; CARUSO, J.H.; ROSS, S.W. 2007 Demersal fishes associated with *Lophelia pertusa* coral and associated biotopes in the continental slope, Northern Gulf of Mexico. In: GEORGES, R.Y. e CAIRNS, S. (ed.). *Conservation and adaptive management of seamounts and deep-sea coral system*. Miami: University of Miami. p.65-92.
- SVETOCHEVA, O.; STASENKOVA, N.; FOOKS, G. 2007 Guide to the bony fishes otoliths of the White Sea. *IMR/PINRO Joint Report Series*, 3: 1-46.
- TUSET, V.M.; LOMBARTE, A.; ASSIS, C.A. 2008 Otolith atlas for the western Mediterranean, north and central eastern Atlantic. *Scientia Marina*, 72(S1): 7-198.
- TUSET, V.M.; LOZANO, I.J.; GONZÁLEZ, J.A.; PERTUSA, J.F.; GARCÍA-DÍAZ, M.M. 2003 Shape indices to identify regional differences in otolith morphology of comber, *Serranus cabrilla* (L., 1758). *Journal of Applied Ichthyology*, 19: 88-93.
- UNIVALI/CTTMar 2010 *Boletim estatístico da pesca industrial de Santa Catarina – ano 2009 e panorama*

- 2000–2009 : *programa de monitoramento e avaliação da atividade pesqueira industrial no sudeste e sul do Brasil*. Itajaí: UNIVALI. 97p.
- UNIVALI/CTTMar 2011 *Boletim estatístico da pesca industrial de Santa Catarina – Ano 2010*. Itajaí: UNIVALI. 59p.
- VAZ-DOS-SANTOS, A.M.; SANTOS-CRUZ, N.N.; ROSSI-WONGTSCHOWSKI, C.L.D.B. 2007 Caracterização dos otólitos *sagitta* do peixe-lagarto *Bembrops heterurus* Miranda-Ribeiro, 1903 (Teleostei: Percophidae) da região Sudeste-Sul do Brasil. *Bioikos*, 21(2): 69-78.
- VIEIRA, S. 2006 *Análise de variância (ANOVA)*. São Paulo: Editora Atlas S.A.. 204p.
- VOLPEDO, A.V. e ECHEVERRÍA, D.D. 2000 *Catálogo y claves de otolitos para la identificación de peces del mar Argentino*. Buenos Aires: Editorial Dunken. 88p.
- WILLIAMS, R. e McELDOWNEY, A. 1990 A guide to the fish otoliths from waters off the Australian Territory, Heard and Macquarie Islands. *ANARE Research Notes*, 75: 1-173.
- ZAR, J.H. 2010 *Biostatistical analysis*. 5th edition. New Jersey: Pearson Prentice Hall. 944p.