

ESTUDOS SOBRE ESTRUTURA, CICLO DE VIDA E COMPORTAMENTO DE *SARDINELLA BRASILIENSIS* (STEINDACHNER, 1879), NA ÁREA ENTRE 22°S E 28°S, BRASIL.
1. MORFÓLOGIA DOS OTÓLITOS*

Carmen Lúcia Del Bianco ROSSI-WONGTSCHOWSKI¹, Anna Emília A. de M. VAZZOLER^{2**} & Francisco Manoel de Souza BRAGA³

^{1,2} Instituto Oceanográfico da Universidade de São Paulo

³ Instituto de Biociências, UNESP, "Campus" de Rio Claro

Synopsis

A total of 4751 pairs of otoliths of *Sardinella brasiliensis* was collected between 22° lat S and 28° lat S along and offshore the Brazilian coast. These pairs were studied to ascertain whether otoliths can be used as a reliable character for the assessment of individual age and population characteristics. The morphology of the otoliths is discussed in detail. Both periodic and non periodic rings (Tr and TPN) are shown to occur. TR and TPN are related to events during the larval and juvenile stages. Well defined growth rings are also present and may be used as age indicators. Morphologic and morphometric characters, specially length of rostrum, length of anti-rostrum and weight are correlated with total length; the results confirm earlier studies by different methods that suggest that the species, in the region studied, is broken down into different groups imperfectly isolated from one another. In conclusion, the study of details of the otoliths of this species is an useful addition to others as a mean to separate the various groups. Spatial and temporal distribution of specimens with different types of otoliths suggests a certain degree of mixture among groups through migration of individuals and partial overlapping in space.

Introdução

O presente trabalho faz parte de um amplo projeto de estudo sobre *Sardinella brasiliensis**** desenvolvido na área entre 22 e 28°S, com a finalidade de esclarecer a estrutura da espécie, analisar aspectos biológicos de cada unidade que a compõem e estudar seu comportamento na área citada.

A espécie em estudo é capturada comercialmente ao longo da área compreendida entre Ilha de Santana (RJ) e Cabo de Santa Marta Grande (SC), à profundidade máxima de operação ao redor de 70 m, significando que, em alguns pontos, estende-se a até cerca de

30 milhas da costa, apesar de registros de ocorrência assinalarem sua presença até a profundidade de 100 m. A disponibilidade desta espécie à pesca varia de ano para ano, e particularmente de mês para mês, sem, contudo, obedecer a um padrão definido. Este fato relaciona-se principalmente às oscilações verificadas na estrutura oceanográfica da região, permitindo a permanência ou provocando o afastamento da espécie na área habitual de ocorrência (Matsuura *et al.*, 1981; PDP/SUDEPE 1979, 1981).

Estudos sobre a espécie mostraram que *S. brasiliensis* apresenta problemas complexos ao longo dessa área, devendo-se ressaltar:

- a) subdivisão da espécie em unidades intra-específicas (Vazzoler & Phan, 1976; Rossi-Wongtschowski 1977, 1978);
- b) existência de diferentes grupos desovantes, no espaço e no tempo (Rossi-Wongtschowski, 1977);
- c) ocorrência de um prolongado período de desova, que se estende de novembro a março (Besnard, 1950; Vazzoler & Vazzoler, 1965; Matsuura 1971, 1977; Rossi-Wongtschowski 1977, 1978);

* Projeto realizado com apoio financeiro da FAPESP, CNPq e OEA.

** Atualmente no Instituto Nacional de Pesquisas da Amazônia - INPA.

*** Projeto BIONEC/MEGALOSAR: "*Sardinella brasiliensis* (Steindachner, 1879): estudos sobre estrutura e comportamento através de métodos bioquímicos e sobre ciclo de vida das populações na área entre 22° e 28°S, Brasil", coordenado por A.E.A. de M. Vazzoler.

d) possibilidade de migração e mistura das unidades (Vazzoler & Phan, 1976; Rossi-Wongtschowski 1977, 1978).

O propósito do Projeto é o de esclarecer alguns dos problemas acima referidos, estimar os parâmetros biológicos das unidades populacionais e entender seu comportamento. Neste estudo, em particular, analisou-se a possibilidade dos otólitos de *S. brasiliensis* serem usados como indicadores de idade. Estudou-se também, a morfologia dos otólitos ao longo da área, como mais um elemento auxiliar na caracterização da estrutura populacional da espécie.

Material e métodos

Para realizar a amostragem, a área total (22°/28°S) foi dividida em seis regiões, considerando-se, basicamente, dez locais de coleta (Fig. 1). Nestes, foram realizadas amostragens mensais, simultaneamente por diferentes equipes, no período de agosto de 1977 a julho de 1978, na semana de "escuro" (lua nova), quando ocorre captura pela frota comercial. Foram amostradas apenas capturas de barcos que haviam operado com um único lance de pesca, sendo retirada uma amostra representativa do cardume capturado, constituída pelos exemplares contidos em uma caixa de 20 kg. Nos locais de coleta ou nos meses em que não existiam barcos comerciais operando, a obtenção de amostras foi realizada pela equipe e pescadores locais com tarrafas (Arraial do Cabo, Cananéia, Paranaguá e Florianópolis) e cercos fixos (Arraial do Cabo, Angra dos Reis e Ubatuba). No mês de janeiro de 1978 (defeso), foi utilizado o B/Pq. "Cruz del Sur" do PDP/SUDEPE, que operou em toda a área. Cada cardume é constituído por indivíduos distribuídos em pequeno número de classes de comprimento (Rossi-Wongtschowski, 1977), em função do que adotou-se o seguinte critério:

- foi medido o comprimento total de todos os exemplares da caixa, para obtenção da distribuição de frequência de comprimentos do cardume; no caso de coletas com tarrafa ou de cerco fixo, foram medidos todos os exemplares capturados;
- foi selecionada uma subamostra quadrangular, constituída de 10 exemplares por classe de 10 mm de comprimen-

to total; cada subamostra era constituída por um número entre 50 e 60 exemplares;

- foram retiradas de cada exemplar, sempre que possível, as duas escamas que se localizam logo atrás e acima do opérculo, e colocadas em sacos plásticos devidamente etiquetados. Posteriormente, estas foram montadas entre lâminas, segundo método descrito por Vazzoler (1981);
- de cada exemplar, foram obtidos dados sobre: comprimento total, peso total, sexo e estágio de maturidade, e retirado um dos pares de otólitos (sagitta) por incisão da cápsula auditiva; os otólitos foram mantidos a seco, em tubos de Durhan devidamente identificados.

Foram amostrados 123 cardumes, sendo medido um número total de 22.650 exemplares, e subamostrados 4.751.

Analisou-se a possibilidade de usar escamas e otólitos como indicadores de idade: as escamas foram examinadas em projetor de perfil Olympus Tokyo, com aumento de 10 vezes, enquanto os otólitos foram examinados sob estereomicroscópio Wild M-5, com luz incidente, em diversos aumentos. Testou-se, no caso dos otólitos, qual a solução que melhor evidenciava os anéis, tendo-se adotado, para visualização dos mesmos, álcool a 70%.

Verificou-se que, tanto nas escamas quanto nos otólitos, era possível identificar marcas concêntricas (anéis), sendo estas mais nítidas nos otólitos. Além disso, no par de otólitos de um

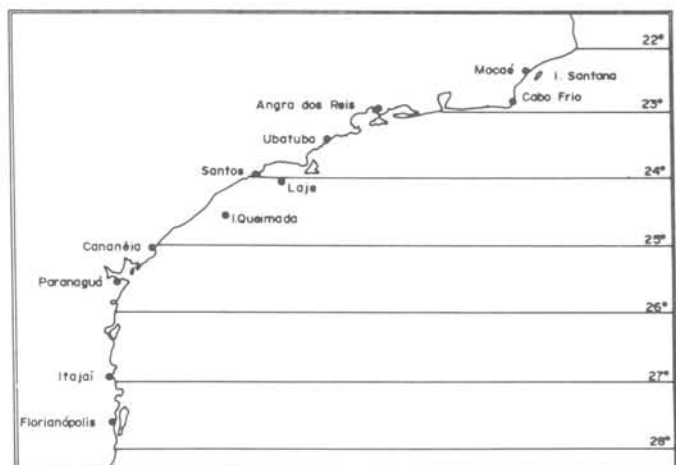


Fig. 1. Área estudada, com indicação dos 10 locais de coleta.

mesmo indivíduo havia concordância quanto ao número e posição das marcas, enquanto que, no par de escamas, isso nem sempre acontecia. Em vista deste fato, optou-se pela análise das marcas dos otólitos, seguindo o procedimento abaixo.

- exame de uma amostra constituída de 500 pares de otólitos, abrangendo todas as classes de comprimento amostradas, para adoção de um critério comum a dois leitores;
- exame de todos os pares de otólitos (4751), realizado por dois leitores, independentemente, anotando-se suas características (forma, grau de opacidade, presença de borda hialina ou opaca, tipo de núcleo) e das marcas (clareza, tipo de anel, grau de definição do mesmo, e seu número);
- da comparação dos resultados obtidos pelos dois leitores quanto ao número de anéis hialinos, foram selecionados aqueles em que houve coerência de leitura e nos quais era possível medir as distâncias entre o núcleo do otólito e cada um dos anéis, sem nenhuma dúvida, obtendo-se um total de 1220 pares;
- foi realizada, em conjunto pelos dois leitores, uma nova leitura destes otólitos para confirmação do número de anéis, e foram medidas as distâncias entre o núcleo e cada um dos anéis e entre o núcleo e a borda do otólito, com auxílio de ocular micrométrica.

Paralelamente, foram tomadas as seguintes medidas dos otólitos, em milímetros (Fig. 2):

- Comprimento no rostro: distância tomada entre a extremidade do rostro e a borda posterior mais proeminente do otólito:..... L_{ro}
- Comprimento no anti-rostro: distância entre a extremidade do anti-rostro e a borda posterior mais proeminente do otólito:..... L_{aro}
- Largura do otólito: distância medida entre as bordas dorsal e ventral mais proeminente, no eixo perpendicular ao eixo do comprimento do otólito H_o

As três medidas foram efetuadas em projetor de perfil Olympus Tokyo, com aumento de 10 vezes, ao qual se acoplou

uma escala 10:1.

Foi obtido o peso de cada otólito em balança Mettler H-15, com aproximação de milésimo de grama.

Segundo evidências obtidas por Vazzoler & Phan (1976), Rossi-Wongtschowski (1977; 1978) e Braga (1982), de que a espécie está dividida em unidades intra-específicas, os dados foram analisados, considerando-se quatro regiões dentro da área total estudada, sendo três de mar aberto e uma estuário-lagunar:

- Região I - entre 22° e 23°S;
- Região II - entre 23° e 25°S;
- Região III - entre 25° e 26°S;
- Região IV - entre 26° e 28°S.

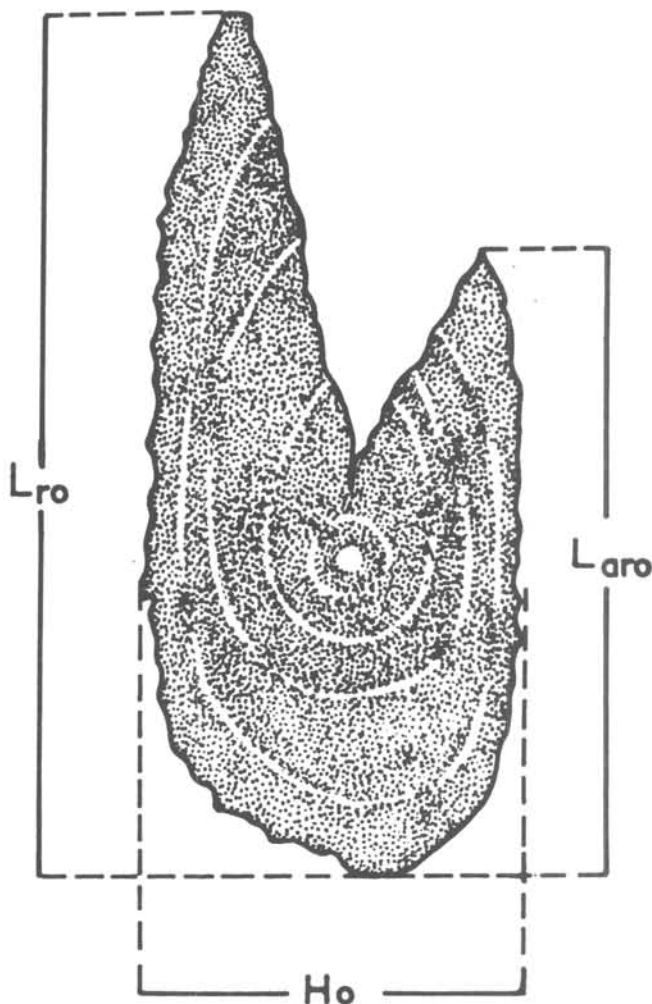


Fig. 2. Esquema de um otólito de *S. brasiliensis*, com indicação do critério adotado para as medições: L_{ro} = comprimento no rostro; L_{aro} = comprimento no anti-rostro; H_o = largura do otólito.

Foram obtidos: 1) as distribuições de freqüência entre núcleo do otólito e cada anel; (Tabs I-IV e Fig. 3); 2) calculadas as distâncias médias, por região (Fig. 4); 3) os valores da distância núcleo - primeiro anel de crescimento; e 4) entre os anéis seguintes, por região (Fig. 5).

Foram elaborados gráficos para as seguintes relações:

- 1 - Comprimento no anti-rostro do otólito e comprimento total do peixe ($L_{aro} \times L_t$);
- 2 - Comprimento no rostro do otólito e comprimento total do peixe ($L_{ro} \times L_t$);

Tabela I - Distribuição de freqüência da distância entre o núcleo do otólito e cada anel, com as respectivas médias, para *S. brasiliensis* da região I

Distância núcleo-anel (μm)	TR		TPN		I		II		III		IV		V		VI		VII	
	N	%	N	%	N	%	N	%	N	%	N	%	N	%	N	%	N	%
162,0																		
202,5	1	6,2																
243,0	5	31,2																
283,5	4	25,0																
324,0	1	6,2																
364,5	3	18,7	3	11,5														
405,0	2	12,5	10	38,5														
445,5			11	42,3														
486,0			2	7,7	1	1,2												
526,5					8	9,5												
567,0					16	19,0												
607,5					24	28,6												
648,0					18	21,4												
688,5					9	10,7												
729,0					6	7,1												
769,5					1	1,2	5	5,9										
810,0					1	1,2	9	10,6										
850,5							10	11,8										
891,0							8	9,4										
931,5							21	24,7	1	1,5								
972,0							11	12,9	3	4,5								
1012,5							13	15,3	0	0,0								
1053,0							4	4,7	5	7,6								
1093,5							2	2,3	8	12,1	1	2,0						
1134,0							2	2,3	8	12,1	0	0,0						
1174,5									11	16,7	1	2,0						
1215,0									11	16,7	2	4,1	1	7,1				
1255,5									5	7,6	3	6,1	0	0,0				
1296,0									7	10,6	5	10,2	0	0,0				
1336,5									4	6,1	6	12,2	0	0,0				
1377,0									1	1,5	10	20,4	0	0,0				
1417,5									2	3,0	6	12,2	2	14,3	1	33,3		
1458,0											4	8,2	3	21,4	0	0,0		
1498,5											4	8,2	2	14,3	0	0,0		
1539,0											4	8,2	0	0,0	0	0,0		
1579,5											1	2,0	1	7,1	1	33,3		
1620,0											1	2,0	2	14,3	0	0,0		
1660,5											1	2,0	3	21,4	1	33,3		
1701,0																		
1741,5																		
1782,0																		
Total	16		26		84		85		66		49		14		3			
Média	298,69		423,69		621,00		927,69		1183,70		1389,40		1515,86		1552,50			

- 3 - Peso do par de otólitos e comprimento total do peixe ($W_o \times L_t$);
- 4 - Peso do otólito e comprimento no rostro ($W_{wo} \times L_{ro}$);
- 5 - Peso e largura do otólito ($W_{wo} \times H_o$);
- 6 - Comprimento no anti-rostro do otólito e comprimento no rostro ($L_{aro} \times L_{ro}$);

- 7 - Largura do otólito e comprimento no rostro ($H_o \times L_{ro}$).

Através de inspeção visual gráfica, verificou-se qual o ajuste mais adequado aos diagramas de dispersão obtidos. Aos dados foi ajustada equação do tipo $Y = bx^\alpha$, transformada na forma logarítmica, na base neperiana $\ln y = \ln b + \alpha \cdot \ln x$, usando-se a mesma amplitude da variável x

Tabela II - Distribuição de freqüência da distância entre o núcleo do otólito e cada anel, com as respectivas médias, para *S. brasiliensis* da região II

Distância núcleo-anel (μm)	TR		TPN		I		II		III		IV		V		VI		VII		
	N	%	N	%	N	%	N	%	N	%	N	%	N	%	N	%	N	%	
162,0	2	3,6																	
202,5	6	10,9																	
243,0	6	10,9																	
283,5	17	30,9																	
324,0	12	21,8	1	1,0															
364,5	11	20,0	16	16,0															
405,0	1	1,8	44	44,0															
445,5			27	27,0															
486,0			12	12,0	5	2,1													
526,5					20	8,4													
567,0					39	16,4													
607,5					73	30,7													
648,0					39	16,4													
688,5					30	12,6													
729,0					17	7,1	1	0,5											
769,5					14	5,9	9	4,2											
810,0					1	0,4	36	16,7											
850,5							34	15,8											
891,0							36	16,7											
931,5							39	18,1											
972,0							23	10,7	2	1,0									
1012,5							18	8,4	15	7,8									
1053,0							11	5,1	14	7,3									
1093,5							5	2,3	23	12,0	2	1,4							
1134,0							3	1,4	29	15,2	0	0,0							
1174,5									31	16,2	2	1,4							
1215,0									36	18,8	7	5,1							
1255,5									15	7,8	14	10,1							
1296,0									15	7,8	8	5,8	1	2,0					
1336,5									8	4,2	25	18,1	2	3,9					
1377,0									1	0,5	21	15,2	1	2,0					
1417,5									2	1,0	21	15,2	4	7,8					
1458,0											15	10,9	7	13,7					
1498,5											12	8,7	11	21,6	1	10,0			
1539,0											6	4,3	9	17,6	1	10,0			
1579,5											4	2,9	7	13,7	1	10,0			
1620,0											1	0,7	7	13,7	1	10,0			
1660,5													1	2,0	0	0,0	1	100,0	
1701,0													1	2,0	1	10,0			
1741,5															4	40,0			
1782,0															1	10,0			
Total	55		100		238		215		191		138		51		10		1		
Média	293,07		418,36		627,41		907,76		1168,77		1377,59		1515,97		1668,60		1660,50		

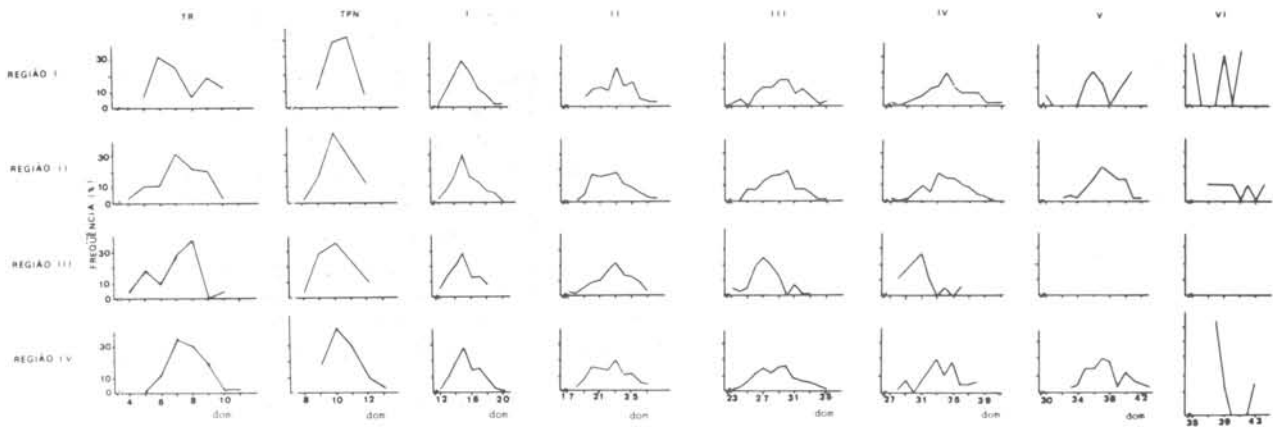


Fig. 3. Distribuição de freqüência das distâncias entre o núcleo do otólito e cada anel secundário (TR e TPN) e de crescimento (I, II, III, IV, V e VI).
1 dom = 40,5 µm

para as quatro regiões. As estimativas dos parâmetros α e b obtidos para cada sexo foram testados (teste "t", de Student) para verificar se havia diferenças significativas entre sexos. Os resultados não mostraram diferenças estatisticamente significativas, e os dados para ambos os sexos foram grupados por região, obtendo-se a seguir as expressões matemáticas de cada relação (Tab. V, Figs 6 A a E e 7A, B). O crescimento relativo entre as dimensões dos otólitos foi analisado segundo Kanep (1976), onde:

- $\alpha = 1 \pm 0,05$, isometria (I);
- $\alpha > 1,05$, alometria positiva (A+);
- $\alpha < 0,95$, alometria negativa (A-).

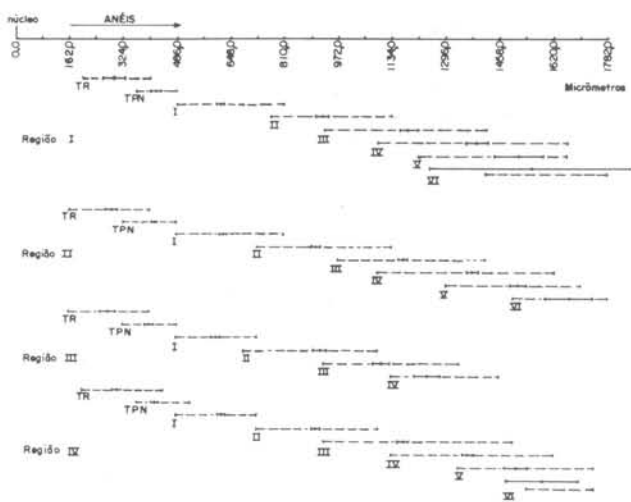


Fig. 4. Representação gráfica da amplitude de variação das médias das distâncias entre núcleo e cada anel e de seus respectivos intervalos de confiança, por região.

Os valores de α e b para cada relação foram testados entre regiões, aplicando-se teste de homogeneidade (teste "F" - Snedecor, 1956). Os resultados mostraram haver diferenças significativas entre as quatro regiões consideradas. Utilizou-se o teste de Duncan modificado por Kramer (1956), ao nível de significância de 0,05 com a finalidade de estabelecer as possíveis homogeneidades entre os parâmetros para as quatro regiões consideradas (Figs 6A a E e 7A, B).

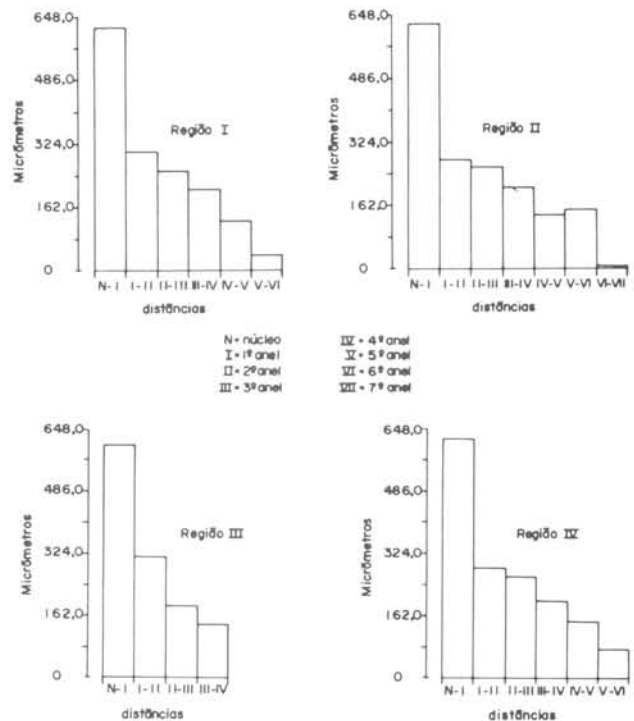


Fig. 5. Distâncias médias entre o núcleo do otólito e o primeiro anel verdadeiro e entre os anéis verdadeiros seguintes, por região.

Resultados

A sagitta de *S. brasiliensis* é diminuta e frágil; sua forma é a comum aos clupeídeos e também semelhante à dos engraulídeos. A face voltada para o interior é convexa e, a externa, côncava.

Na face interna, distingue-se um sulco central ("sulcus acusticus") que se

prolonga da região rostro-anti-rostro até um ponto na altura da região posterior do otólito. A borda, na região posterior, apresenta contornos suaves, sem formar ângulo agudo e, quando da formação de um novo anel, torna-se bem hialina, sendo a melhor região do otólito para se observar um anel em formação. As bordas ventral e dorsal possuem crenu-

Tabela III - Distribuição da frequência da distância entre o núcleo do otólito e cada anel, com as respectivas médias, para *S. brasiliensis* da região III

Distância núcleo-anel (μm)	TR		TPN		I		II		III		IV		V		VI		VII	
	N	%	N	%	N	%	N	%	N	%	N	%	N	%	N	%	N	%
162,0	1	4,5																
202,5	4	18,2																
243,0	2	9,1																
283,5	6	27,3																
324,0	8	36,4	2	4,1														
364,5	0	0,0	14	28,6														
405,0	1	4,5	17	34,7														
445,5			11	22,4														
486,0			5	10,2	6	5,0												
526,5					17	14,0												
567,0					24	19,8												
607,5					34	28,1												
648,0					15	12,4												
688,5					16	13,2	2	2,4										
729,0					9	7,4	1	1,2										
769,5							4	4,9										
810,0							7	8,5										
850,5							8	9,8										
891,0							13	15,8										
931,5							17	20,7	3	5,3								
972,0							11	13,4	2	3,5								
1012,5							10	12,2	3	5,3								
1053,0							7	8,5	11	19,3								
1093,5							2	2,4	14	24,6								
1134,0									11	19,3	2	11,1						
1174,5									7	12,3	3	16,7						
1215,0									0	0,0	4	22,2						
1255,5									4	7,0	5	27,8						
1296,0									1	1,7	2	11,1						
1336,5									1	1,7	0	0,0						
1377,0											1	5,5						
1417,5											0	0,0						
1458,0											1	5,5						
1498,5																		
1539,0																		
1579,5																		
1620,0																		
1660,5																		
1701,0																		
1741,5																		
1782,0																		
Total	22		49		121		82		57		18							
Média	279,82		407,48		606,83		920,14		1105,58		1242,00							

lações, bem como o rostro e anti-rostro. O núcleo, em geral, é pequeno, hialino e de forma arredondada. A face externa permite melhor visualização do núcleo e dos anéis, que são zonas estreitas e hialinas alternadas com zonas mais largas e opacas, dispostas concentricamente ao redor do núcleo (Fig. 8).

Há variabilidade de formas, sendo encontrados otólitos largos, compridos, finos e grossos, com a borda sem crenulações ou com a borda profundamente recortada; o núcleo varia de muito opaco a completamente hialino. Foram considerados largos, aqueles otólitos cuja razão entre comprimento e largura foi inferior a 2,5:1, e, compridos, aqueles cuja razão foi superior a 2,5:1 (Fig. 9).

Distribuições de frequência de formas de otólitos, dos tipos largo e comprido, mostram que há composição diferencial

neste aspecto, com relação às regiões, ao longo dos meses, com semelhança entre as regiões II e IV, sendo a região I bem distinta (Fig. 10).

Quanto à presença de núcleo hialino ou opaco em cada região, ao longo do ano, verificou-se que a frequência de núcleos opacos é sempre superior à de núcleos hialinos; no entanto, nos meses de agosto e setembro, as frequências dos dois tipos de núcleos tornam-se próximas, principalmente nas regiões I e IV (Fig. 11).

De modo geral, os otólitos da região I (Cabo Frio) são mais espessos e opacos que os das demais regiões. Os da região III (Cananéia e Paranaguá) são os mais hialinos, tornando difícil a observação dos anéis.

Houve casos de má formação nos otólitos, incluindo um ou ambos elementos do

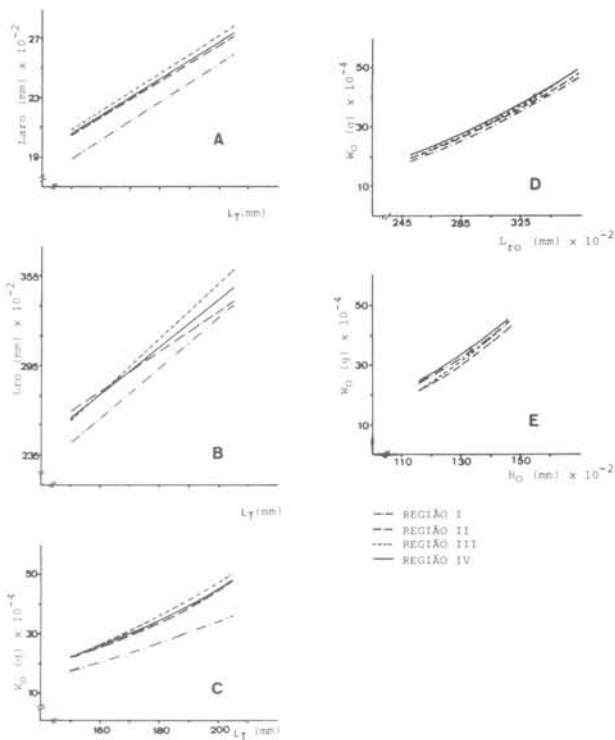


Fig. 6. Representação gráfica das relações entre: (A), comprimento no anti-rostro e comprimento total (L_{ARO}/L_T); (B), comprimento no rostro e comprimento total (L_{RO}/L_T); (C), peso do otólito e comprimento total (W_O/L_T); (D), peso do otólito e comprimento no rostro (W_O/L_{RO}); (E), peso do otólito e largura do otólito (W_O/H_O).

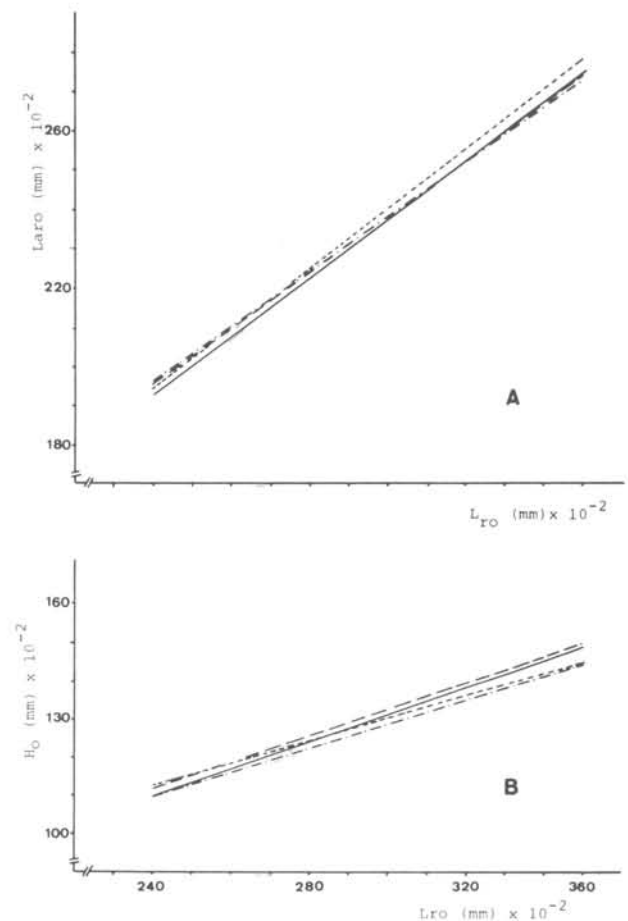


Fig. 7. Representação gráfica das relações entre: (A), comprimento no anti-rostro e comprimento no rostro (L_{ARO}/L_{RO}); (B), largura do otólito e comprimento no rostro (H_O/L_{RO}).

par, com casos de crescimento anômalo (anti-rostro atrofiado), ocorrência de hialinização diferencial de parte ou do otólito todo; a frequência de otólitos mal-formados na área foi muito baixa (Fig. 12).

Frequentemente, os anéis hialinos aparecem como uma zona dividida, sendo

formados por duas faixas hialinas finas, separadas por uma faixa opaca. Estas faixas foram lidas como um único anel, porque elas se unem em algum ponto e é diminuto o espaçamento entre elas, sugerindo que se trata, de fato, de um único anel, duplicado (Fig. 13).

Dificuldades na interpretação dos

Tabela IV - Distribuição da frequência da distância entre o núcleo do otólito e cada anel, com as respectivas médias, para *S. brasiliensis* da região IV

Distância núcleo-anel (μm)	TR		TPN		I		II		III		IV		V		VI		VII	
	N	%	N	%	N	%	N	%	N	%	N	%	N	%	N	%	N	%
162,0																		
202,5	1	2,0																
243,0	6	12,0																
283,5	17	34,0																
324,0	15	30,0																
364,5	9	18,0	12	17,4														
405,0	1	2,0	28	40,6														
445,5	1	2,0	20	29,0														
486,0			7	10,1	4	2,0												
526,5			2	2,9	19	9,4												
567,0					40	19,8												
607,5					57	28,2												
648,0					28	13,9												
688,5					30	14,9												
729,0					18	8,9	4	2,1										
769,5					5	2,5	13	7,0										
810,0					1	0,5	28	15,0										
850,5							25	13,4										
891,0							24	12,9										
931,5							36	19,3	1	0,5								
972,0							18	9,7	4	2,2								
1012,5							20	10,7	10	5,5								
1053,0							10	5,4	19	10,5								
1093,5							8	4,3	26	14,4								
1134,0									21	11,7	2	1,5						
1174,5									27	15,0	0	0,0						
1215,0									28	15,5	11	8,4						
1255,5									15	8,3	8	6,1						
1296,0									11	6,1	18	13,7						
1336,5									9	5,0	27	20,6	1	2,4				
1377,0									6	3,3	14	10,7	2	4,8				
1417,5									2	1,1	25	19,1	6	14,3				
1458,0									0	0,0	7	5,3	6	14,3				
1498,5									1	0,5	7	5,3	9	21,4				
1539,0											9	6,9	8	19,0	3	60,0		
1579,5											2	1,5	1	2,4	1	20,0		
1620,0											1	0,8	5	11,9	0	0,0		
1660,5													3	7,1	0	0,0		
1701,0													0	0,0	0	0,0		
1741,5													1	2,4	1	20,0		
1782,0																		
Total	50		69		202		186		180		131		42		5			
Média	309,42		421,43		622,94		907,55		1170,22		1367,42		1512,96		1587,60			

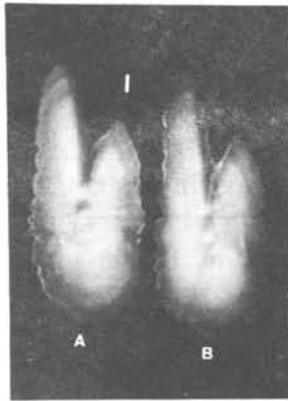


Fig. 8. (A), vista da face externa (côncava) de um otólito de *S. brasiliensis* de 190 mm, observando-se o núcleo e anéis; (B), vista da face interna (convexa), mostrando o núcleo e o sulco mediano. A barra vertical corresponde a 0,1 mm.

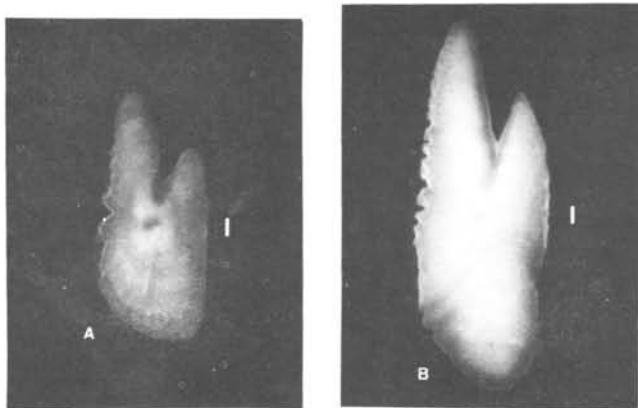


Fig. 9. Tipos de otólito: (A), largo e com núcleo hialino (exemplar de 164 mm); (B), comprido e com núcleo opaco (exemplar de 217 mm). As barras verticais correspondem a 0,1 mm.

anéis hialinos nos otólitos são causadas não só pela formação de anéis duplos, mas também por duas zonas hialinas que circundam o núcleo e localizam-se próximo a ele. Estas zonas são anéis ocasionais, nem sempre nítidos, podendo faltar um ou outro, ou estarem obscurecidos pelo aumento progressivo em espessura dos otólitos. O mais central, aqui designado TR (tipo redondo), é facilmente distinguível, quando presente, por sua forma circular, ao redor do núcleo, distando deste, em média, de 279,82 a 309,42 μm , considerando-se as quatro regiões (Tabs I-IV). O outro anel, TPN (tipo próximo do núcleo), é subsequente ao TR, diferindo deste por sua forma oval (Fig. 14) e dista 407,48 a 423,69 μm , em média, do núcleo (Tabs I-IV). Estes dois tipos de anéis ocorrem em otólitos de exemplares de toda a gama de comprimentos estu-

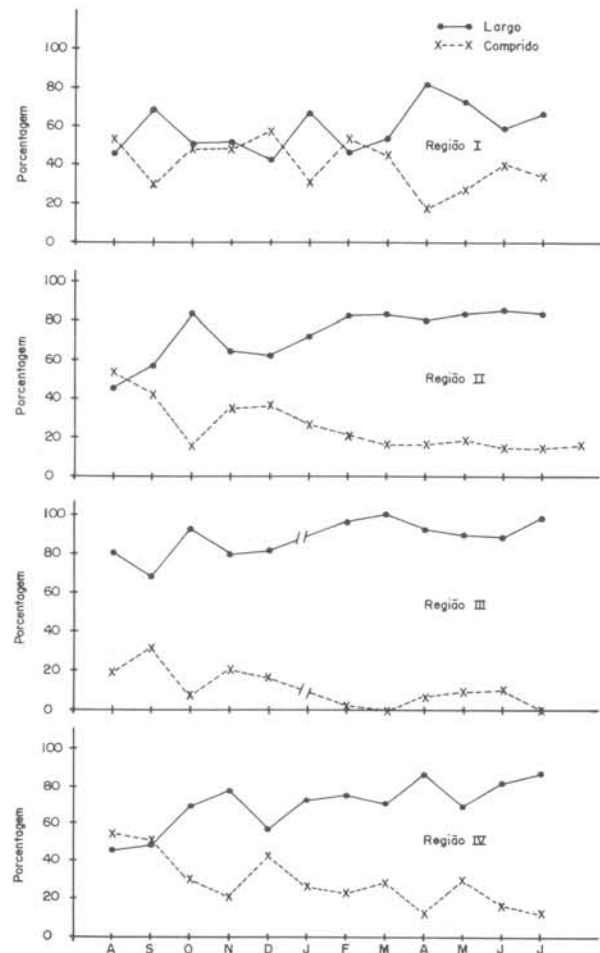


Fig. 10. Distribuição de freqüência mensal de otólitos dos tipos largo e comprido, por região.

dada (Fig. 15).

A identificação destes dois anéis e sua distinção dos demais, denominados verdadeiros (Fig. 14), está também baseada em exame detalhado da forma, transparência e localização em otólitos de exemplares com comprimentos totais inferiores a 70 mm. Nestes, apenas eles estão presentes, enquanto que, em exemplares maiores, já aparece um terceiro anel, aqui considerado corresponder ao primeiro anel de crescimento, por ser constante e claramente diferenciado

(Figs 4 e 14).

Procurando verificar em qual fase da vida do indivíduo estes dois anéis se formam, foram retrocalculados (Lea, 1938) os comprimentos em que ocorreu sua formação, tendo-se obtido os seguintes valores por área:

Região I: TR = 37,98 mm TPN = 53,83 mm;

Região II: TR = 34,63 mm TPN = 48,13 mm;

Região III: TR = 28,54 mm TPN = 43,90 mm;

Região IV: TR = 32,72 mm TPN = 47,06 mm.

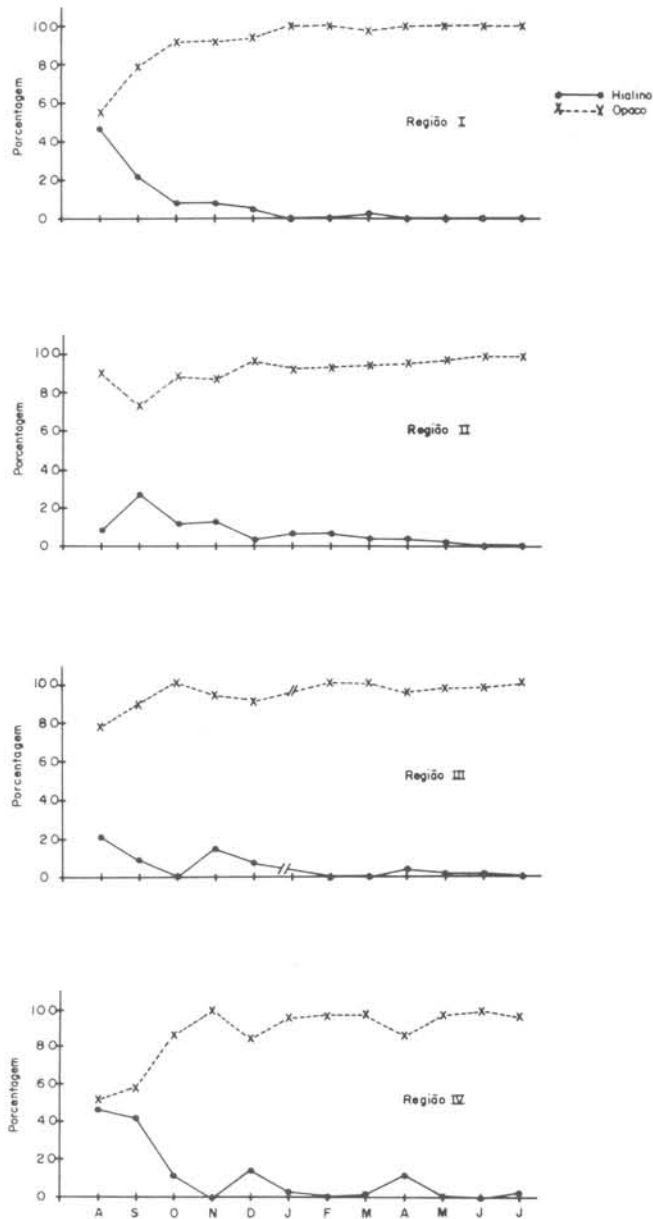


Fig. 11. Distribuição de freqüência mensal de otólitos de núcleos opaco e hialino, por região.

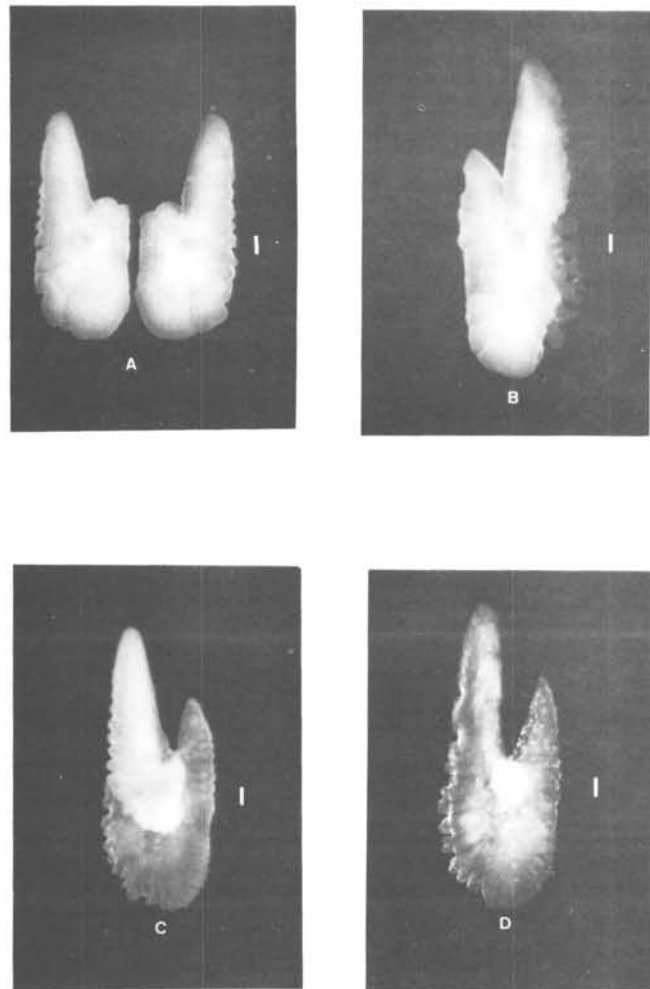


Fig. 12. Otólitos mal formados: (A), par de otólitos com o anti-rostro atrofiado ($L_t = 128$ mm); (B), otólito com início de descalcificação nas crenulações do bordo ($L_t = 184$ mm); (C), otólito parcialmente descalcificado ($L_t = 173$ mm); (D), otólito descalcificado, com exceção do núcleo ($L_t = 178$ mm). As barras verticais correspondem a 0,1 mm.

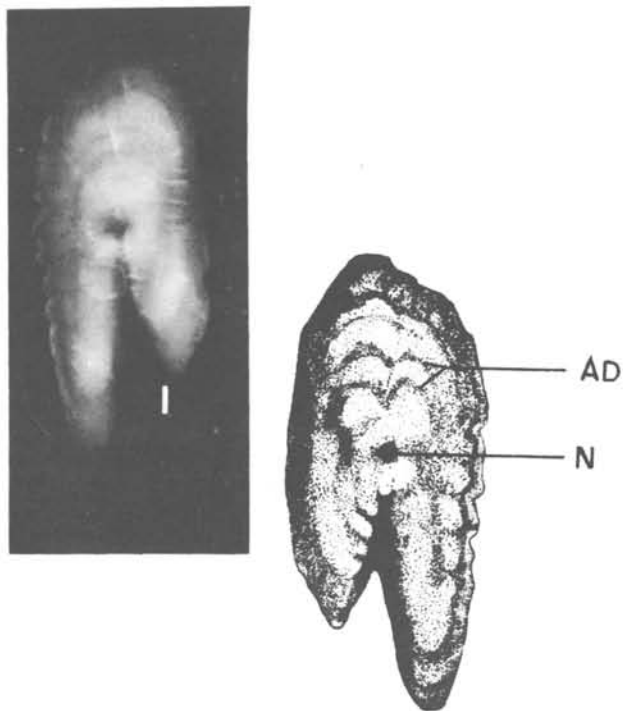


Fig. 13. Otólito de um exemplar com 151 mm, mostrando o núcleo (N) hialino e um anel duplicado (AD). A barra vertical corresponde a 0,1 mm.

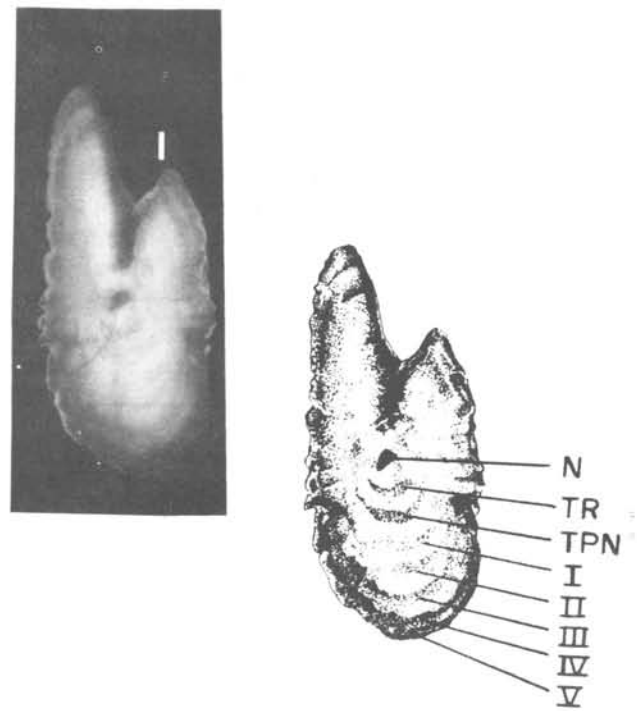


Fig. 14. Otólito de um exemplar com 190 mm, mostrando o núcleo (N) hialino, os anéis secundários (TR e TPN) e de crescimento (I-V). A barra vertical corresponde a 0,1 mm.

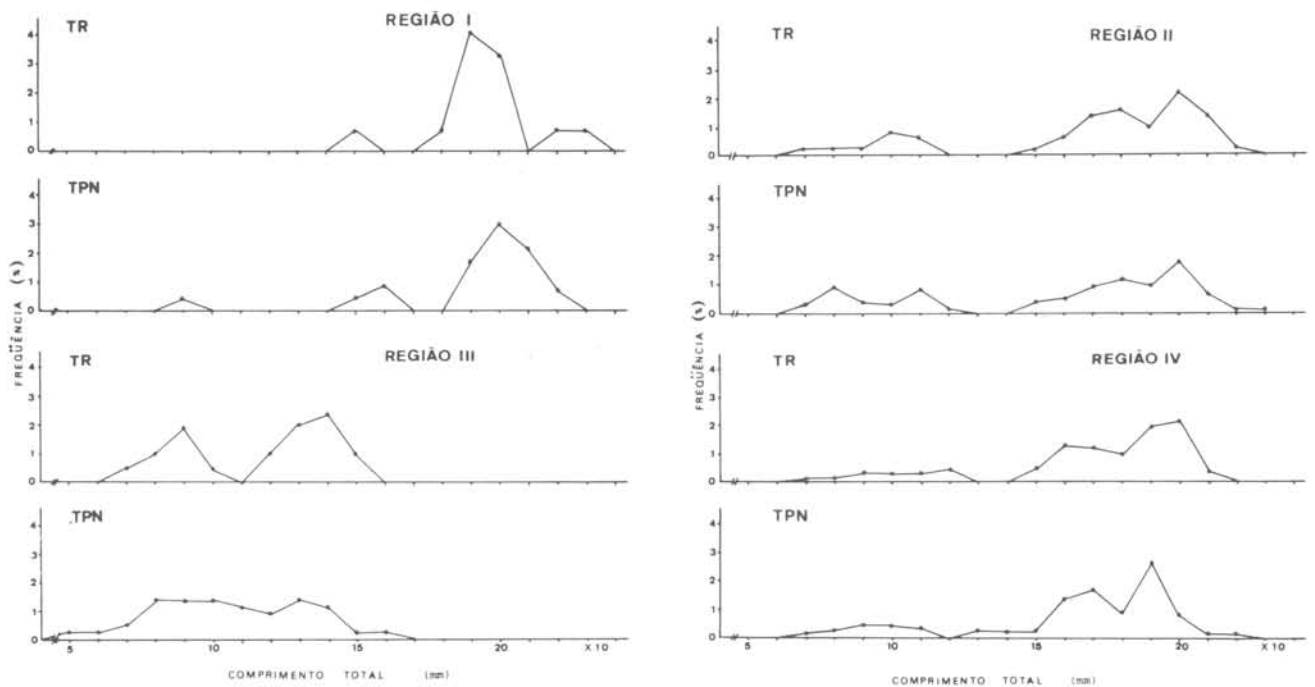


Fig. 15. Frequência dos anéis secundários TR e TPN por classe de comprimento, por região.

Foram identificados até sete anéis (zonas hialinas) verdadeiros nos otólitos. A distância entre o núcleo do otólito e cada anel mantém-se relativamente constante, sendo que as variações constatadas foram pequenas (Tabs I-IV). A Figura 4 mostra a amplitude de variação dessas distâncias, bem como a média por região. Observa-se que, praticamente, não ocorre sobreposição nas amplitudes de TR, TPN, anéis I e II. A partir do anel III, começa a haver sobreposição nas amplitudes de variação das distâncias de cada anel em relação ao núcleo. Com o crescimento dos indivíduos e consequentemente dos otólitos, a distância entre os anéis verdadeiros vai diminuindo (Fig. 5) e a espessura dos otólitos vai aumentando o que dificulta a visualização dos anéis nos otólitos de exemplares grandes.

As distribuições de frequência das distâncias entre o núcleo dos otólitos e cada anel (Fig. 3) mostram figuras unimodais para o TPN, bimodais para o TR e primeiro anel e polimodais a partir do segundo anel verdadeiro. Em estudo preliminar, ficou constatado que os anéis verdadeiros formam-se periodicamente, podendo, portanto, indicar a idade de cada exemplar (Vazzoler *et al.*, 1980).

Os parâmetros obtidos com o emprego da equação alométrica, que exprime o crescimento relativo entre as dimensões e peso do otólito e o comprimento total do peixe, são significativamente diferentes entre as quatro regiões. As relações que envolvem o peso do otólito mostram-se alométricas positivas, indicando um maior ganho em peso que em comprimento total do peixe, largura do otólito ou comprimento no rostro. Por outro lado, ocorre alometria negativa para comprimento no rostro e largura do otólito, mostrando que o otólito cresce mais em seu eixo longitudinal que perpendicular a este. As demais relações não mantêm um mesmo padrão de alometria entre as regiões (Tab. V, Figs 6A a E e 7A, B).

Discussão

Embora, tradicionalmente, a idade de clupeídeos seja determinada pela leitura de anéis em escamas, mais e mais autores, hoje em dia, vêm analisando otólitos, por razões práticas: as escamas são facilmente perdidas durante a captura e, muitas vezes, a época de formação e a

regeneração das escamas leva a mal formações que impedem uma leitura correta para relacionar anéis e idade do peixe. Populações ou raças de clupeídeos são mais fácil e precisamente identificadas através de características dos otólitos que das escamas (Einarsson, 1951).

Otólitos e escamas de clupeídeos são usados para caracterizar espécies, estimar a idade e o crescimento, diferenciar grupos de desova, separar grupos e raças e indicar eventos na vida dos peixes (como mudanças de estágios larvais), estimar efeitos do meio sobre os indivíduos e evidenciar migrações (Walford & Mosher, 1943 *a* e *b*; Jean, 1956; Iles & Johnson, 1962; Muzinic, 1964; Brandhorst *et al.*, 1974; Castello & Cousseau, 1974; Aguayo & Soto, 1978).

Existem poucos trabalhos no Brasil voltados à procura de uma estrutura que apresente uma característica indicadora de idade. Para *S. brasiliensis*, Richardson *et al.*, (1959) correlacionaram os anéis que aparecem nas escamas com o comprimento, mas não chegaram a verificar a periodicidade na formação desses anéis; Matsuura (1977), examinando escamas, otólitos, opérculos e pré-opérculos de 50 exemplares, encontrou marcas apenas nas escamas, sugerindo então a utilização desta estrutura para determinação da idade.

Trabalhos experimentais de Gulland (1958), Saetersdal (1958), Luz (1971) e Williams & Bedford (1974) indicam que os otólitos, na maior parte dos diferentes grupos de peixes, são muito mais úteis e fidedignos para a determinação de idade que as escamas, raios e espinhos de nadadeiras e outras estruturas ósseas, como vértebras e opérculos.

Determinar idade por meio de anéis de crescimento só é válido quando se consegue diferenciar marcas periódicas de outras que não manifestam periodicidade. Diversos autores têm encontrado marcas nos otólitos de clupeídeos e engraulídeos que não constituem um verdadeiro anel de crescimento, por não terem periodicidade ou por estarem relacionados a eventos ocorridos na fase inicial da vida. Kimura (1970), estudando a formação de anéis nas escamas de *Sardinops caerulea* criadas em aquário, verificou que, durante o primeiro ano de vida, formaram-se dois anéis: o primeiro, considerado acessório, formou-se entre o quarto e o quinto mês, quando os peixes tinham em média 81,8 mm

de comprimento-padrão; o segundo, considerado como anel de crescimento, entre o sétimo e o oitavo mês, quando os peixes tinham em média 103 mm de comprimento-padrão.

A existência de anéis larvais ou juvenis está relacionada a diversos fatores que agem isoladamente ou em conjunto durante essas fases da vida do peixe. Aguayo (1976) considerou como secundário ou falso anel de crescimento aquele que

se formou nas proximidades do núcleo do otólito da anchoveta chilena (*Engraulis ringens*), cuja identificação foi fácil nos peixes jovens, mas tornou-se difícil nos adultos pelo espessamento do otólito. Posteriormente, Aguayo & Soto (1978) também observaram o mesmo tipo de anel secundário nos otólitos da sardinha comum chilena (*Clupea bentincki*), que passaram a denominar de anel juvenil. Gambell & Messtorff (1964), ao estudarem a estru-

Tabela V - Parâmetros das regressões entre caracteres morfométricos dos otólitos e comprimento total de *S. brasiliensis*, por região

	Região	N	α	b	r^2	A_x	C.R.
L _{ro} x L _{aro}	I	184	0,89	1,40	0,92	240-355	A-
	II	212	0,91	1,32	0,93		A-
	III	180	0,98	0,64	0,94		I
	IV	248	0,97	0,90	0,95		I
L _{ro} x H _o	I	183	0,75	1,72	0,66	250-360	A-
	II	215	0,79	1,45	0,78		A-
	III	210	0,67	2,86	0,71		A-
	IV	244	0,83	2,03	0,82		A-
L _t x L _{ro}	I	88	1,00	1,58	0,78	150-205	I
	II	114	1,78	2,13	0,75		A+
	III	70	1,02	1,57	0,81		I
	IV	115	0,92	2,59	0,84		A-
L _t x L _{aro}	I	84	0,99	1,30	0,76	150-205	I
	II	114	0,91	2,16	0,72		A-
	III	69	0,91	2,12	0,79		A-
	IV	113	0,92	1,92	0,74		A-
L _t x W _o	I	87	2,20	$2,25 \times 10^{-4}$	0,69	150-205	A+
	II	114	2,59	$4,72 \times 10^{-5}$	0,72		A+
	III	69	2,54	$6,84 \times 10^{-5}$	0,87		A+
	IV	113	2,30	$2,29 \times 10^{-4}$	0,79		A+
H _o x W _o	I	78	2,63	$8,96 \times 10^{-5}$	0,84	115-145	A+
	II	80	2,82	$3,43 \times 10^{-5}$	0,77		A+
	III	73	3,13	$7,81 \times 10^{-6}$	0,92		A+
	IV	80	2,67	$7,79 \times 10^{-5}$	0,81		A+
L _{ro} x W _o	I	186	2,68	$2,04 \times 10^{-5}$	0,80	250-360	A+
	II	215	2,37	$4,36 \times 10^{-5}$	0,81		A+
	III	176	2,52	$1,69 \times 10^{-5}$	0,88		A+
	IV	245	2,35	$4,72 \times 10^{-5}$	0,89		A+

N - Número de exemplares

α - Estimador do coeficiente angular da reta de regressão

b - Estimador do coeficiente linear da reta de regressão

r^2 - Coeficiente de determinação

A_x - Amplitude da variável x

L_{ro} - Comprimento no rostro do otólito (μm)

L_{aro} - Comprimento no anti-rostro do otólito (μm)

H_o - Largura do otólito (μm)

L_t - Comprimento total do peixe (mm)

W_o - Peso do otólito (g)

C.R. - Crescimento relativo

A+ - Alometria positiva

A- - Alometria negativa

I - Isometria

tura dos otólitos de *Merlangius merlangus*, verificaram que eles apresentavam diversas marcas, além dos verdadeiros anéis de crescimento. Numa zona hialina, que indicava um verdadeiro anel de crescimento, podia aparecer uma linha opaca, separando-a em duas, mas que, na realidade, tratava-se de um único anel com zonas duplas. Entre o primeiro anel de crescimento e o núcleo aparecia um anel intercalar que rodeava o núcleo; essa zona hialina é denominada zona de Bowers e está relacionada à mudança do hábito da larva que passa do ambiente pelágico para o demersal, junto com mudanças nos hábitos alimentares.

A formação dos anéis TR e TPN deve estar relacionada a fatores que agem no início do desenvolvimento do peixe: o fim do período larval de *S. brasiliensis* ocorre quando os indivíduos apresentam cerca de 29 mm (Matsuura, 1977), e aparecem as primeiras escamas por volta de 30 mm (Matsuura*, com. pessoal). Os resultados deste trabalho que o TR forma-se quando os indivíduos estão com comprimento médio entre 28 e 38 mm, podendo, portanto, refletir o fim do período larval.

O TPN forma-se quando o comprimento médio é de 43 a 54 mm. Nenhum exemplar de *S. brasiliensis* neste intervalo de comprimento foi capturado em toda plataforma continental, a partir da isóbata de 15 mm, em coletas de larvas (Matsuura*, com. pessoal), sendo encontrados em frequência muito baixa no conteúdo estomacal de tunídeos (Zavala-Camin, 1981), entretanto, exemplares com até 40 mm contribuem frequentemente com uma boa fração para a alimentação desse peixe e são facilmente encontrados em toda a plataforma, logo após a desova (Matsuura*, com. pessoal). Assim, poder-se-ia pensar num deslocamento de jovens com comprimentos entre 43 e 54 mm para regiões próximas da costa. De fato, capturamos exemplares nessa faixa de tamanho nas regiões II, principalmente em Ubatuba, e III, em Paranaguá, junto à costa. Tais fatos, associados, sugerem que a formação do TPN esteja relacionada a mudanças ambientais e/ou de alimentação da espécie, nesse período.

Kondo (1980) demonstrou, para *Sardinops melanosticta* do Japão, haver migração deste tipo e mudança de alimen-

tação nessa fase do ciclo de vida. Rodrigues-Roda & Larraneta (1955) e Larraneta & Lopes (1957) encontraram dois anéis, que denominaram de pré-vernais, em escamas de sardinha espanhola (*Sardina pilchardus*), que relacionaram a movimentos migratórios das formas jovens. Estes anéis foram estudados detalhadamente por Andreu & Fuster de Plaza (1962); o primeiro aparecia em peixes com comprimento médio entre 40 - 60 mm, enquanto que o segundo, em indivíduos de 80 a 105 mm, eram encontrados, em sua quase totalidade, nas sardinhas do grupo zero de idade. Eles confirmaram que a formação desses anéis era determinada pela mudança de locais efetuada pelas larvas; o primeiro formava-se quando elas se dirigiam para áreas costeiras, enquanto que o segundo, quando os cardumes abandonavam estas áreas e voltavam para águas de plataforma.

A bimodalidade apresentada pelas distribuições de frequência das distâncias entre o núcleo e o TR seria explicada, para as regiões I e II, pelo longo período de desova da espécie, o que determinaria que o grupo de jovens seja constituído por indivíduos resultantes de distintas épocas de eclosão; para a região III, seria causada por mistura, pela entrada de indivíduos provenientes das duas áreas de desova. Já, para a região IV, onde o período de desova é mais restrito, a distribuição apresentou-se unimodal (Rossi-Wongtschowski, 1977; Matsuura, 1977; Vazzoler *et al.*, 1980). Fatos semelhantes foram encontrados por Iles & Johnson (1962) em *Clupea sprattus*, onde dois grupos de indivíduos diferiam quanto à posição do anel metamórfico e eram resultantes de dois picos de desova distintos: um, que ocorria na primavera, e outro, no outono; Castello & Cousseau (1969) observaram para a anchoita uruguaia (*Engraulis anchoita*) distâncias variáveis do núcleo até o primeiro anel hialino, e supuseram que tais indivíduos eram provenientes de diferentes desovas.

Ojaveer (1962), estudando os otólitos do arenque do mar Báltico, em sua região mais nordeste, encontrou como principais características para diferenciação dos desovantes de primavera e outono, o tamanho do núcleo e o aspecto e posição da primeira faixa de crescimento. Fato idêntico foi verificado para o arenque do Canadá (*Clupea harengus*) por Jean (1956). Einarsson (1951) realizou importante estudo racial sobre o arenque com base em

* Matsuura, Y. - Inst. oceanogr. da Usp, 1982.

características dos núcleos de otólitos, separando populações provenientes dos desovantes de verão-outono daquelas provenientes dos de inverno-primavera. As diferenças encontradas foram atribuídas a distintas condições sazonais de crescimento durante a vida larval e pós-larval dos peixes. Também o tamanho e a transparência dos núcleos de otólitos de jovens e adultos serviram para identificar dois grupos em *Engraulis anchoita* do Uruguai e Argentina, provenientes de desovas e locais distintos (Brandhorst *et al.*, 1974, Castello & Cousseu, 1974). Para *S. brasiliensis*, na maior parte do período de estudo, em toda a área, a frequência maior foi de otólitos com núcleo opaco, havendo, no entanto, aparecimento, nas regiões I e IV, nos meses de agosto e setembro, de otólitos com núcleos hialinos.

Segundo Ojaveer (1962), no Mar Báltico, os otólitos de arenques capturados em mar aberto são mais espessos e opacos que aqueles encontrados nos golfos, sendo, inclusive, mais difícil a determinação de suas idades. O mesmo foi observado neste estudo, sendo que os otólitos de sardinha na região III (Cananéia e Paranaguá), região estuarino-lagunar, apresentaram-se mais hialinos que os das demais regiões.

Dannevig (1956), estudando a influência da temperatura na formação de zonas em escamas e otólitos de jovens de bacalhau, encontrou deposição de maior quantidade de matéria orgânica em baixas temperaturas. Embora *S. brasiliensis* seja uma espécie de região subtropical, sabe-se que na região I, onde constatou-se a maior quantidade de otólitos opacos e espessos, ocorre o fenômeno da ressurgência, que costuma ser intenso no verão, embora não seja regular (Matsuura, 1977). O afloramento de águas com temperaturas mais baixas poderia estar influenciando a deposição de maior quantidade de matéria orgânica nos otólitos, além da disponibilidade de alimento ser maior nessa região.

Assimetria nos elementos do par de otólitos, crescimento anormal ou parada do mesmo em várias espécies de peixes são citados na bibliografia, atribuindo-se a ocorrência desses casos a problemas metabólicos (May, 1964; Hourston, 1968). Durante este estudo, várias foram as ocorrências de otólitos anômalos, não tendo, os mesmos, sido considerados para

não se incorrer em erros de avaliação de idade.

As diferenças estatísticas encontradas entre as relações morfométricas dos otólitos de exemplares das quatro regiões corroboram resultados anteriores que mostraram que *S. brasiliensis* não é homogênea em toda sua área de captura, existindo distintas populações (Vazzoler & Phan, 1976; Rossi-Wongtschowski 1977, 1978; Braga, 1982). Tais dados poderão ser empregados na caracterização geral das mesmas. As relações entre comprimento no rostro, comprimento no anti-rostro e peso dos otólitos, e comprimento total são as que melhor evidenciam e separam os grupos ou populações. Parrish & Sherman (1958) mostraram a importância do otólito do arenque na distinção de populações através de seu tamanho, textura, e contornos, tamanho do rostro e anti-rostro. Aguayo & Soto (1978), analisando características morfométricas de otólitos de *Clupea bentincki* provenientes de Coquimbo e Talcahuano, Chile, encontraram diferenças marcantes entre otólitos dos dois locais que, associadas a outros estudos, permitiram a distinção de duas populações dentro da espécie. Yamaguti (1979), pela observação da forma e transparência de otólitos de *Macrodon ancylodon* da costa brasileira entre Conceição da Barra (ES) e Barra do Rio Grande (RS), identificou quatro formas típicas de otólitos, pertencentes a quatro populações. Vargas (1976), para *Paralichthys brasiliensis*, demonstrou que populações da área entre Ubatuba (SP) e Barra do Rio Grande (RS) podem ser facilmente identificadas por características apresentadas pelos otólitos; as diferenças encontradas foram tão marcantes que permitiram a fácil separação entre elementos dos grupos encontrados, mesmo quando misturados.

S. brasiliensis, na região estudada, de modo geral, mostra as seguintes características em seus otólitos:

Região I - otólitos compridos, opacos, com núcleo bem hialino;

Região II e IV - otólitos do tipo largo hialinos e opacos, com núcleo opaco;

Região III - predominam os otólitos hialinos, largos e com núcleo do tipo opaco.

A região I, no extremo norte da área estudada, entre Macaé e Cabo Frio, é influenciada por águas frias de ressurgên-

cia em fins de primavera, verão e início do outono. Do Rio de Janeiro ao norte de Santa Catarina, área que engloba a região II, as condições hidrográficas são mais homogêneas, sujeitas apenas a variações causadas por mudanças climáticas sazonais. A região IV (26°-28°S) sofre influência de águas frias, de origem subtropical, que eventualmente podem aflorar, determinando fenômenos de ressurgência (Matsuura, 1977). Na região III, Cananéia-Paranaguá, as condições são peculiares por tratar-se de ambiente estuarino-lagunar (Tundisi *et al.*, 1973). Tais condições, ao longo da área de estudo, poderiam explicar as variações constatadas nas características estruturais e morfométricas dos otólitos de *S. brasiliensis*.

Resumo

O presente trabalho apresenta os resultados obtidos na análise de 4.751 pares de otólitos de *Sardinella brasiliensis* coletada na área entre 22°S (RJ) e 28°S (SC), com a finalidade de serem utilizadas, estas estruturas, na leitura do número de anéis, e como fonte de subsídios adicionais à caracterização de populações. A estrutura dos otólitos é descrita e as principais dificuldades na interpretação dos anéis são discutidas, mostrando-se que ocorrem anéis não periódicos (TR e TPN), relacionados a eventos ocorridos durante as fases larval e pré-juvenil, e anéis de crescimento bem definidos, que se constituem em indicadores da idade individual. Características morfológicas e morfométricas, principalmente comprimentos no rostro e no anti-rostro e peso dos otólitos em relação ao comprimento total do peixe, corroboram indicações anteriores de que a espécie não homogênea em sua área de ocorrência, auxiliando na identificação de grupos distintos. As distribuições espacial e temporal de otólitos de *S. brasiliensis*, apresentando características diversas, sugerem haver migrações e mistura de indivíduos dos diferentes grupos.

Agradecimentos

Agradecemos a todos os elementos que integraram a equipe que desenvolveu os trabalhos de campo e laboratório, durante a realização do Projeto BIONEC/MEGALOSAR; à Fundação de Amparo à Pesquisa do Estado

de São Paulo (FAPESP); ao Conselho Nacional de Desenvolvimento Científico e Tecnológico (CNPq) e à Organização dos Estados Americanos (OEA), pelo apoio financeiro; à Lic. Dirce de Paula e Silva Mendes, pelo auxílio na tabulação dos dados e elaboração dos gráficos; à Bel. Doralice Maria Cella, pelas fotografias.

Referências bibliográficas

- AGUAYO, M. H. 1976. Edad y crecimiento de la anchoveta (*Engraulis ringens*, Jenyns) del norte de Chile (Arica-Iquique). Ser. Investigación pesq., Inst. Fomento pesq., Chile, (23):1-52.
- & SOTO, S. B. 1978. Edad y crecimiento de la sardina común (*Clupea (Strangomera) bentincki*) en Coquimbo y Talcahuano. Ser. Investigación pesq., Inst. Fomento pesq., Chile, (28):1-55.
- ANDREU, B. & FUSTER DE PLAZA, M. L. 1962. Estudio de la edad y crecimiento de la sardina (*Sardina pilchardus* Walb.) del NW de España. Investigación pesq., (21):49-95.
- BESNARD, W. 1950. Nota preliminar sobre uma particularidade de *Sardinella aurita* Cuv. & Val., da costa brasileira. Bolm Inst. paul. Oceanogr., 1(1):69-79.
- BRAGA, F. M. de S. 1982. Estudio do crescimento relativo de *Sardinella brasiliensis* (Steindachner, 1879), na área entre Macaé (22°23'S) e sul da Ilha de Santa Catarina (27°35'S). Tese de doutorado. Universidade de São Paulo, Instituto Oceanográfico, 145 p.
- BRANDHORST, W.; CASTELLO, J. P.; COUSSEAU, M. B. & CAPEZZANI, D. A. 1974. Evaluación de los recursos de anchoita (*Engraulis anchoita*) frente a la Argentina y Uruguay. VIII. Desove, crecimiento, mortalidad y estructura de la población. Physis., B. Aires, Secc. A, 33(86):37-58.
- CASTELLO, J. P. & COUSSEAU, M. B. 1969. Estudios de edad y crecimiento de la anchoita frente a las costas argentinas, uruguayas e sur de Brasil. Re-

- sultados de nueve campañas oceanográficas, agosto 1967 - julio 1968. Publ. Proj. Des. pesq., Ser. Infmes téc., Mar del Plata, (14):1-10.
-
1974. Investigaciones sobre edad en juveniles de anchoita (*Engraulis anchoita*). Physis, B. Aires, Secc. A, 33(86):59-74.
- DANNEVIG, A. 1956. The influence of temperature on the formation of zones in scales and otoliths of young cod. FiskDir. Skr., Ser. Havundersøkelse, 11(7):1-16.
- EINARSSON, H. 1951. Racial analyses of Icelandic herring by means of the otoliths. Rapp. P.-v. Réun. Cons. perm. int. Explor. Mer, 128(2):55-74.
- GAMBELL, R. & MESSTORFF, J. 1964. Age determination in whiting (*Merlangius merlangus* (L.)) by means of otoliths. J. Cons. perm. int. Explor. Mer, 28:393-404.
- GULLAND, J. A. 1958. Age determination of cod by fin rays and otoliths. Spec. Publ. int. Comm. NW Atlant. Fish., 1:179-190.
- HOURSTON, A. S. 1968. Abnormal cessation of growth in a herring otolith. J. Fish. Res. Bd Can., 25(11):2503-2504.
- ILES, T. D. & JOHNSON, P. O. 1962. The correlation table analysis of a sprat (*Clupea sprattus* L.) year class to separate two groups differing in growth characteristics. J. Cons. perm. int. Explor. Mer, 27(3):287-303.
- JEAN, Y. 1956. A study of spring and fall spawning herring (*Clupea harengus* L.) at Grande Rivière, Bay of Chaleur, Québec. Contr. Dép. Pêch. Québ., (49):1-76.
- KANEP, S. V. 1976. Analysis of variability of morphological, meristic and internal characters of whitefishes (Family Coregonidae). J. Ichthyol., 16(4):552-562.
- KIMURA, M. 1970. Formation of a false annulus on scales of Pacific sardines of known age. Rep. Calif. mar. Res. Comm., CalCOFI, 13:73-75.
- KONDO, K. 1980. The recovery of the Japanese sardine—the biological basis of stock size fluctuations. Rapp. P.-v. Réun. Cons. perm. int. Explor. Mer, 177:332-354.
- KRAMER, C. Y. 1956. Extension of multiple range tests to group means with unequal numbers of replications. Biometrics, 12(3):307-310.
- LARRAÑETA, M. G. & LOPEZ, J. 1957. El crecimiento de la sardina (*Sardina pilchardus* Walb.) de las costas de Castellon. Investigación pesq., (6):53-82.
- LEA, E. 1938. A modification on the formula for calculation of the growth of herring. Rapp. P.-v. Réun. Cons. perm. int. Explor. Mer, 108(3):14-22.
- LUX, F. E. 1971. Age determination of fishes. Fishery Leaflet, Fish. Wildl. Serv. U. S., (488):1-7.
- MATSUURA, Y. 1971. A study of the life history of Brazilian sardines, *Sardinella aurita*. I. Distribution and abundance of sardine eggs in the region of Ilha Grande, Rio de Janeiro. Bolm Inst. oceanogr., S Paulo, 20(1):33-60.
- 1977. O ciclo de vida da sardinha-verdadeira (Introdução à Oceanografia Pesqueira). Publicação esp. Inst. oceanogr., S Paulo, (4):1-146.
- ; AMARAL, J. C.; TAMASSIA, S. T. J. & SATO, G. 1981. Ocorrência de peixes pelágicos e estrutura oceanográfica da região entre Cabo de São Tomé (RJ) e Cananéia (SP) em janeiro-fevereiro de 1979. Sér. Doc. téc., PDP/SUDEPE, (36):1-73.
- MAY, A. W. 1964. A symmetrical pair of cod otoliths. J. Fish. Res. Bd Can., 21(2):413-414.
- MUZINIC, R. 1964. The value of sharp rings for the age determination of sardine (*Sardina pilchardus* Walb.). Stud. Rev. gen. Fish. Coun. Mediterr., (25):1-8.
- OJAVEER, E. 1962. Herring otolith investigations in the North-Eastern Baltic. Int. Cons. Expl. Mer, (134):1-7 (Herring Committee).
- PARRISH, B. B. & SHARMAN, D. P. 1958. Some remarks on methods used in herring racial investigations with special reference to otolith studies. Rapp. P.-v. Réun. Cons. perm. int. Explor. Mer, 143(2):66-80.
- PDP/SUDEPE. 1979. Relatório da reunião do Grupo Permanente de Estudos sobre

- Sardinha.
- _____ 1981. Relatório da reunião do Grupo Permanente de Estudos sobre Sardinha.
- RICHARDSON, I. D.; VAZZOLER, G.; FARIA, A. de & MORAES, M. N. de 1959. Report on sardine investigations in Brazil. Proc. World Sc. meet. Biol. Sardines and Related Species, F. A. O., B, Exp. Paper (13):1051-1079.
- RODRIGUEZ-RODA, J. & LARRAÑETA, M. G. 1955. El crecimiento de la sardina (*Sardina pilchardus* Walb.) de las costas de Alicante. Investigación pesq., (2):9-20.
- ROSSI-WONGTSCHOWSKI, C. L. D. B. 1977. Estudo das variações da relação peso total/comprimento total em função do ciclo reprodutivo e comportamento de *Sardinella brasiliensis* (Steindachner, 1879) da costa do Brasil entre 23° e 28°S. Bolm Inst. oceanogr., S Paulo, 26(1):131-180.
- _____ 1978. *Sardinella brasiliensis* (Steindachner, 1879): estudo sobre a estrutura da espécie na área entre 23°S (RJ) e 28°S (SC), Brasil. Tese de doutorado. Universidade de São Paulo, Instituto de Biociências, 2 v.
- SAETERSDAL, G. 1958. Use of otoliths and scales of the Arctic haddock. Spec. Publs int. Commn NW Atlant. Fish., 1:206-209.
- SNEDECOR, G. W. 1956. Statistical methods. 5^a ed. Ames, Iowa, Iowa State University Press, 535p.
- TUNDISI, J. G.; TUNDISI, T. M. & KUTNER, M. B. B. 1973. Plankton studies in a mangrove environment. VIII. Further investigations on primary production, standing-stock of phyto and zooplankton and some environmental factors. Int. Revue ges. Hydrobiol., 58(6):925-940.
- VARGAS, C. P. 1976. Estudo sobre a diferenciação geográfica de *Paralanchurus brasiliensis* (Steindachner, 1875) entre as latitudes 23°30'S (Ubatuba, SP) e 33°S (Albardão, RS). Dissertação de mestrado. Universidade de São Paulo, Instituto Oceanográfico, 2 v.
- VAZZOLER, A. E. A. de M. 1981. Manual de métodos para estudos biológicos de populações de peixes. Reprodução e crescimento. Brasília, CNPq/Programa Nacional de Zoologia, 108 p.
- _____ & PHAN V. N. 1976. Electrophoretic patterns of eye-lens proteins of *Sardinella brasiliensis* (Steindachner, 1879) off Brazilian coast. Revue Trav. Inst. Pêch. marit., 40(3/4):781-786.
- _____ & VAZZOLER, G. 1965. Relation between condition factor and sexual development in *Sardinella aurita* (Cuv. & Val. 1847). Anais Acad. bras. Ciênc., 37 (supl.): 353-359.
- _____ ; ZANETTI-PRADO; †E. M.; VAZZOLER, G.; ROSSI-WONGTSCHOWSKI, C. L. D. B. & BRAGA, F. M. de S. 1980. *Sardinella brasiliensis* (Steindachner, 1879): estudos sobre estrutura e comportamento através de métodos bioquímicos e sobre ciclo de vida das populações na área entre 22°S e 28°S, Brasil. Relatório científico apresentado à Fundação de Amparo à Pesquisa do Estado de São Paulo, agosto de 1980, 164 p. (Proc. 77/0087, 78/0398, 78/1281, 79/1194).
- WALFORD, L. A. & MOSHER, K. H. 1943a. Studies on the Pacific pilchard or sardine (*Sardinops caerulea*). 2 - Determination of the age of juveniles by scales and otoliths. Spec. scient. Rep. U.S. Fish Wildl. Serv., Fisheries, (20):1-20.
- _____ 1943b. Studies on the Pacific pilchard or sardine (*Sardinops caerulea*). 3 - Determination of age of adults by scales, and effect of environment on first year's growth as it bears on age determination. Spec. scient. Rep. U.S. Fish Wildl. Serv., Fisheries, (21):1-22.
- WILLIAMS, I. & BEDFORD, B. C. 1974. The use of otoliths for age determination. In: Bagenal, T. B., ed. - The proceedings of an International Symposium on the Ageing of Fish. The University of Reading, on 19 and 20 July, 1973. Surrey, England, Unwing Brother p. 114-123.
- YAMAGUTI, N. 1979. Diferenciação geográfica de *Macrodon ancylodon* (Bloch & Schneider, 1801), na costa brasileira, entre as latitudes 18°36'S e 32°10'S. Etapa I. Bolm

Inst. oceanogr., S Paulo, 28(1):53-118.

ZAVALA-CAMIN, L. A. 1981. Hábitos alimentares e distribuição dos atuns e afins (Osteichthyes-Teleostei) e suas relações ecológicas com outras espécies pelágicas das regiões sudeste e sul do Brasil. Tese de doutorado. Universidade de São Paulo, Instituto de Biociências, 237 p.

(Manuscrito recebido em 05/Abr./1982;
aceito em 11/Nov./1982)