

GOVERNO DO ESTADO DE SÃO PAULO
SECRETARIA DE AGRICULTURA E ABASTECIMENTO
AGÊNCIA PAULISTA DE TECNOLOGIA DOS AGRONEGÓCIOS
INSTITUTO DE PESCA
PROGRAMA DE PÓS-GRADUAÇÃO EM AQUICULTURA E PESCA

**ESTRUTURA DA POPULAÇÃO E CRESCIMENTO DA SARDINHA-
CASCUDA, *Harengula clupeiola* (CUVIER, 1829) (CLUPEIFORMES:
CLUPEIDAE) NA BACIA DO SUDESTE DO BRASIL**

Clarissa Alessandra Lemos

Orientador: Prof. Dr. André Martins Vaz-dos-Santos

Dissertação apresentada ao Programa de Pós-graduação em Aquicultura e Pesca do Instituto de Pesca - APTA - SAA, como parte dos requisitos para obtenção do título de Mestre em Aquicultura e Pesca.

São Paulo

Novembro – 2013

GOVERNO DO ESTADO DE SÃO PAULO
SECRETARIA DE AGRICULTURA E ABASTECIMENTO
AGÊNCIA PAULISTA DE TECNOLOGIA DOS AGRONEGÓCIOS
INSTITUTO DE PESCA
PROGRAMA DE PÓS-GRADUAÇÃO EM AQUICULTURA E PESCA

**ESTRUTURA DA POPULAÇÃO E CRESCIMENTO DA SARDINHA-
CASCUDA, *Harengula clupeiola* (CUVIER, 1829) (CLUPEIFORMES:
CLUPEIDAE) NA BACIA DO SUDESTE DO BRASIL**

Clarissa Alessandra Lemos

Orientador: Prof. Dr. André Martins Vaz-dos-Santos

Dissertação apresentada ao Programa de Pós-graduação em Aquicultura e Pesca do Instituto de Pesca - APTA - SAA, como parte dos requisitos para obtenção do título de Mestre em Aquicultura e Pesca.

São Paulo

Novembro – 2013

Dados Internacionais de Catalogação na Publicação (CIP)

Elaborada pelo Núcleo de Informação e Documentação. Instituto de Pesca, São Paulo

L557e

Lemos, Clarissa Alessandra

Estrutura da população e crescimento da sardinha-cascuda, *Harengula clupeola* (CUVIER, 1829) (CLUPEIFORMES: CLUPEIDAE) na Bacia do Sudeste do Brasil / Clarissa Alessandra Lemos – São Paulo, 2013

vii, 42f. ; il. ; tab.

Dissertação (mestrado) apresentada ao Programa de Pós-graduação em Aquicultura e Pesca do Instituto de Pesca – APTA - Secretaria de Agricultura e Abastecimento.

Orientador: André Martins Vaz-dos-Santos

1. Crescimento. 2. Fator de condição. 3. Longevidade. 4. Biologia.
I. Vaz-dos-Santos, André Martins. II. Título.

CDD 639.3

GOVERNO DO ESTADO DE SÃO PAULO
SECRETARIA DE AGRICULTURA E ABASTECIMENTO
AGÊNCIA PAULISTA DE TECNOLOGIA DOS AGRONEGÓCIOS
INSTITUTO DE PESCA
PROGRAMA DE PÓS-GRADUAÇÃO EM AQUICULTURA E PESCA

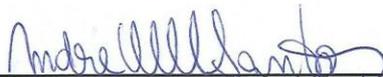
CERTIFICADO DE APROVAÇÃO

**“Estrutura da população e crescimento da sardinha-cascuda,
Harengula clupeola (Cuvier, 1829) (Clupeiformes: Clupeidae) na
Bacia do Sudeste do Brasil”**

AUTOR: Clarissa Alessandra Lemos

ORIENTADOR: André Martins Vaz-dos-Santos

Aprovado como parte das exigências para obtenção do título de
MESTRE EM AQUICULTURA E PESCA, Área de Concentração em
Pesca, pela Comissão Examinadora:



Prof. André Martins Vaz-dos-Santos



Prof. Dr. Marcus Rodrigues da Costa



Profa. Dra. Paula Maria Gênova de Castro

Data da realização: 22 de novembro de 2013



Presidente da Comissão Examinadora
André Martins Vaz-dos-Santos

**Dedico esse trabalho a meus pais,
Ana Cintia e José Carlos...**

“Os que decidem sobre o amanhã devem avaliar o impacto no futuro.”

Jacques Yves Cousteau

AGRADECIMENTOS

Agradeço muito a Deus por me proporcionar tantas oportunidades nessa vida.

Ao meu orientador, André M. Vaz dos Santos, pela oportunidade, orientação, apoio, confiança e dedicação à minha formação, pelos valiosos ensinamentos e toda paciência durante esse período de convivência.

Um agradecimento especial aos meus pais, Ana Cintia e José Carlos, pelo apoio e paciência necessária em alguns momentos, aos meus irmãos que sempre me apoiaram e ao meu namorado, Bruno, por saber como me acalmar, ter toda a paciência do mundo nos meus momentos de crise e me ajudar quando eu mais precisava.

Ao Instituto de Pesca APTA/SAA-SP pela viabilização logística deste trabalho junto ao Programa de Pós-Graduação em Aquicultura e Pesca.

À Prof.^a Dra. Carmen Lúcia Del Bianco Rossi-Wongtschowski e ao pessoal do laboratório dela no IO, por me cederem um espacinho do laboratório e me ajudaram quando necessário.

À Maria Lúcia Rocha Gradwool, minha irmãzinha, e a sua família, ou melhor, minha família de Santos, que sempre se fez presente na minha vida me apoiando e sempre torcendo por mim.

À Simone Perin e Leina Carvalho, colegas de mestrado e amigas, que não me deixaram desistir do meu sonho e que adoram me pentelhar.

Ao Dr. Marcus Rodrigues da Costa (UFRRJ) e a Dra. Katharina Eichbaum Esteves (IP), pela participação na minha banca de qualificação e pelas sugestões que contribuíram muito para o aprimoramento do texto final deste trabalho.

Às meninas da pós, Anelisa, Bianca, Natasha, Milena e Andressa pelo apoio e torcida sempre.

Às minhas amigas da “school”, que sempre que olhavam pro meu computador e viam as fotos de um tal “otólito” me chamavam de louca!

À todos os colegas do curso de Aquicultura e Pesca, que fizeram parte de algum modo dessa minha jornada. E a todos os amigos e pesquisadores que, de certo modo, participaram dessa fase da minha vida.

SUMÁRIO

Índice de Figuras.....	iv
Índice de Tabelas	v
Resumo	vi
Abstract.....	vii
Introdução geral	1
Objetivos	4
Referências bibliográficas.....	5
CAPÍTULO 1 – Estrutura em tamanho da sardinha-cascuda, <i>Harengula clupeola</i> (Cuvier, 1829) (Clupeiformes: Clupeidae) na bacia do Sudeste do Brasil	7
Resumo	8
1.1 Introdução.....	10
1.2 Materiais e Métodos	11
1.3 Resultados.....	15
1.4 Discussão	19
1.5 Referências Bibliográficas	22
CAPÍTULO 2 – Idade, crescimento e mortalidade da sardinha-cascuda, <i>Harengula clupeola</i> (Cuvier, 1829) (Clupeiformes: Clupeidae) na bacia do Sudeste do Brasil, 2008 - 2010	29
Resumo	30
2.1 Introdução.....	32
2.2 Materiais e Métodos	33
2.3 Resultados.....	35
2.4 Discussão	37
2.5 Referências Bibliográficas	39
CONSIDERAÇÕES FINAIS.....	42

Índice de Figuras

Figura 1.1	13
Figura 1.2	16
Figura 1.3	17
Figura 1.4	18
Figura 2.1	36
Figura 2.2	36
Figura 2.3	37

Índice de Tabelas

Tabela 1.1	17
Tabela 1.2	19

RESUMO

Em prospecções hidroacústicas da ictiofauna pelágica na plataforma da bacia do Sudeste do Brasil realizadas entre 2008 e 2010, a sardinha-cascuda, *Harengula clupeola*, se destacou por sua abundância e frequência. É uma espécie costeira, importante na pesca industrial com traineiras. O objetivo deste estudo foi analisar a estrutura em tamanho, a ocorrência, a distribuição, a idade e o crescimento de *H. clupeola* na área. As amostragens foram realizadas com rede de arrasto de meia-água e com rede de cerco, sendo analisados 1063 exemplares de *H. clupeola* capturados entre 11 m e 40 m de profundidade, dos quais 485 eram fêmeas, 480 machos e 98 indivíduos com o sexo não observado. O comprimento total variou entre 65 e 192 mm. A partir de distribuições de frequência por sexo e por área, verificou-se que entre Ilhabela e Paranaguá houve a maior ocorrência e também os menores exemplares de *H. clupeola*. A distribuição de frequência apresentou maior abundância no intervalo de 140 - 165 mm, sendo que a classe de 155 mm foi a mais abundante. A proporção sexual geral mostrou-se heterogênea ($\chi^2 = 94,57$, $P < 0,05$), com predomínio de fêmeas a partir da classe de 170 mm. O crescimento foi analisado através de distribuições de frequência do comprimento total, empregando-se o programa FiSAT II. Os parâmetros de crescimento estimados basearam-se no modelo de von Bertalanffy, sendo: $C_{\infty} = 193,8$ mm e $K = 1,01/\text{ano}$; $C_0 = -0,094$; $\phi = 4,58$ e $A \cong 3$ anos. Os parâmetros estimados mostram que a espécie apresenta um crescimento rápido e na distribuição reestruturada observa-se de três a quatro coortes.

PALAVRAS-CHAVE: Crescimento, Fator de condição, Longevidade, Biologia.

ABSTRACT

In hydroacoustic surveys of pelagic ichthyofauna in the platform basin of southeastern Brazil conducted between 2008 and 2010, the husky sardine, *Harengula clupeiola*, was noted for its abundance and frequency. It is an important coastal species in industrial fishing trawlers. The aim of this study was to analyze the size structure, occurrence, distribution, age and growth of *H. clupeiola* in the area. Samples were taken with trawl and mid-water purse seine, being analyzed 1063 specimens of *H. clupeiola*, captured between 11 m and 40 m depth, of which 485 were females, 480 males and 98 individuals with no sex observed. The total length ranged between 65 and 192 mm. From frequency distributions by sex and area, it was found that between Ilhabela and Paranaguá there was a higher occurrence and also the smaller specimens of *H. clupeiola*. The frequency distribution showed the highest number in the range 140-165 mm, and the class of 155 mm was the most abundant. The overall sex ratio were heterogeneously ($\chi^2 = 94.57$, $P < 0.05$), with a predominance of females from the class of 170 mm. Growth was analyzed using frequency distributions of the total length, using the FiSAT II program. The growth parameters estimated were based on the model of von Bertalanffy, where: $C^\infty = 193.8$ mm e $K = 1.01$ / year; $C_0 = -0.094$; $\phi = 4.58$ e $A \cong 3$ years. The estimated parameters show that the species is a fast growing and in the restructured distribution were noted three to four cohorts.

KEY-WORDS: Growth, condition factor, Longevity, Biology.

INTRODUÇÃO GERAL

INTRODUÇÃO GERAL

Na bacia do Sudeste do Brasil, área entre o Cabo de São Tomé (RJ) e o Cabo de Santa Marta Grande (SC), a pesca industrial teve início nos estados do Rio de Janeiro e São Paulo na década de 1940, quando ocorreu a mecanização das embarcações e, apenas por volta de 1962, no estado de Santa Catarina (VALENTINI e CARDOSO, 1991). Um dos principais alvos destas frotas estruturadas foi a sardinha-verdadeira, *Sardinella brasiliensis*, em função de seu volume de produção desembarcada (CERGOLE e DIAS NETO, 2011). A sardinha-verdadeira é a espécie com maior participação histórica na produção da pesca nacional e a que mais contribui para o consumo de pescado por parte da população brasileira (DIAS NETO *et al.*, 2011).

Por sua importância, a avaliação da biomassa da sardinha-verdadeira vem sendo feita com o método hidroacústico de prospecção, técnica eficiente e rápida para determinar a presença, distribuição e quantidade de peixes pelágicos (MISUND, 1997; CERGOLE e DIAS NETO, 2011). Neste método, é essencial coletar amostras para identificar as espécies responsáveis pelos registros observados na ecossonda, obtendo-se sua composição no ambiente, como a estrutura em tamanho e outros aspectos biológicos (HABIAGA *et al.*, 1997).

A prospecção hidroacústica de peixes capturados em levantamentos de meia água em plataforma continental na bacia do Sudeste do Brasil vem sendo realizada no contexto do programa ECOSAR (Prospecção e avaliação de biomassa do estoque de sardinha, na costa sudeste, por métodos hidroacústicos). A primeira edição foi em 1988 e depois, em 1995, ocorreram os ECOSAR II e III. Entre 2008 e 2010 foram realizados quatro novos cruzeiros (ECOSAR IV a ECOSAR VII), com vistas a avaliação não apenas da sardinha-verdadeira, mas também de sua fauna associada, na qual a sardinha-cascuda, *Harengula clupeiola* (Cuvier, 1829), se destacou (CERGOLE e DIAS NETO, 2011).

Ambas espécies de sardinhas mencionadas pertencem à ordem Clupeiformes, que apresenta grande importância comercial (LOEB, 2009). Particularmente os peixes da família Clupeidae - 56 gêneros e 180 espécies no mundo (WHITEHEAD, 1985) - ocorrem em todos os oceanos, formando cardumes em águas costeiras, nadando próximos a superfície e, muitas vezes, entrando em baías e estuários. A maioria é planctófaga (FISHER *et al.*, 2011).

No Brasil, são registradas 12 espécies de clupeídeos (MENEZES *et al.*, 2003), sendo que *H. clupeola* se distribui da Flórida, Estados Unidos ao sul do Brasil (WHITEHEAD, 1985). É uma espécie costeira, ocorrendo em baías, praias, manguezais, estuários, lagoas salobras e junto a ilhas e recifes, geralmente em grandes cardumes. Em águas rasas buscam alimento também junto à areia ou lodo e não só na superfície, alimentando-se de plâncton, pequenos peixes e crustáceos (WHITEHEAD, 1985; CARVALHO FILHO, 1999).

Na pesca, não há avaliações da importância e participação da sardinha-cascuda nas pescarias de pequena escala (artesaniais) da bacia do Sudeste do Brasil. Entretanto, é um recurso de destaque na pesca industrial com traineiras (cerco), que possuem como alvo a sardinha-verdadeira (*Sardinella brasiliensis*).

Em Santa Catarina, que compreende cerca de 45% da pesca extrativa marinha na região Sudeste-Sul (MPA, 2011), a sardinha-cascuda tem sido capturada de forma expressiva: em 2010 foram 23,94 t desembarcadas, que representou 8,55% da produção nacional, um aumento de 338% em relação aos desembarques de 2009, quando foram registradas 5,47 t (UNIVALI/CTTMar, 2011). Este valor de 2009 foi o menor entre o período de 2000 a 2010, pois como recurso acessório o incremento em seus desembarques tem ocorrido quando do declínio da sardinha-verdadeira. Nas capturas desembarcadas em Santa Catarina, o máximo registrado foi em 2002, com 155,83 t (cf. boletins UNIVALI/CTTMar do período).

Estas variações em sua produção e a realização do Programa ECOSAR, na qual a sardinha-cascuda figurou entre as espécies mais importantes nas

capturas, levaram a hipótese: como é o ciclo de vida de *H. clupeola* na bacia do Sudeste do Brasil?

OBJETIVOS GERAIS

Por sua importância nos ambientes costeiros, onde é abundante e frequente, e como recurso pesqueiro que demanda avaliação de seu potencial, o presente estudo teve como objetivos:

- analisar a estrutura em tamanho de *Harengula clupeola* na bacia do Sudeste do Brasil e, a partir dela, os aspectos de ocorrência e distribuição na área.

- estimar os parâmetros de crescimento para *H. clupeola* na bacia do Sudeste do Brasil com base em distribuições de frequência de comprimento.

Para a consecução destes objetivos, a dissertação está estruturada em dois artigos, a serem submetidos ao *Boletim do Instituto de Pesca* e a *Zoologia: an international journal for Zoology* (Curitiba):

- (1) Estrutura em tamanho da sardinha-cascuda, *Harengula clupeola* (Cuvier, 1829) (Clupeiformes: Clupeidae) na bacia do Sudeste do Brasil;

- (2) Idade e crescimento da sardinha-cascuda, *Harengula clupeola* (Cuvier, 1829) (Clupeiformes: Clupeidae) na bacia do Sudeste do Brasil.

REFERÊNCIAS BIBLIOGRÁFICAS

- CARVALHO-FILHO, A. 1999 Peixes da costa brasileira. São Paulo, Ed. *Marca D'água*, 320p.
- CERGOLE, M. C. e DIAS NETO, J. 2011 Plano de gestão para o uso sustentável da sardinha-verdadeira, *Sardinella brasiliensis* no Brasil.
- DIAS-NETO, J. D.; OLIVEIRA, G. M.; DOS SANTOS, G. C. B. 2011 Comportamento da produção total e por estado, frota permissionada e balança comercial de sardinha-verdadeira. *Revista CEPSUL-Biodiversidade e Conservação Marinha*, 2(1), 34-49.
- FISCHER, L. G.; PEREIRA, L. E. D.; VIEIRA, J. P. 2011 Peixes estuarinos e costeiros. 2ªed. Rio Grande. 131p.
- HABIAGA, R.; SOARES, C.; MADUREIRA, L.; ELISEIRE JR, D. 1997 Rede de meia água: operação e eficiência como amostrador em cruzeiros de ecointegração. *Atlântica*, Rio Grande, 19, 145-159.
- LOEB, M. V. 2009 Revisão taxonômica das espécies do gênero *Anchoviella* Fowler, 1911 (Clupeiformes, Engraulidae) das bacias Amazônicas e do São Francisco.
- MENEZES, N. A.; BUCKUP, P. A.; FIGUEIREDO, J. L. & MOURA, R. L. 2003 Catálogo das espécies de peixes marinhos do Brasil. Universidade de São Paulo, São Paulo.
- MISUND, O. A. 1997 Underwater acoustics in marine fisheries and fisheries research. *Reviews in: Fish Biology and Fisheries*, 7(1), 1-34.
- MPA. Ministério da Pesca e da Aquicultura. 2011. Boletim Estatístico da Pesca e Aquicultura. Brasília: MPA. 60p.
- UNIVERSIDADE DO VALE DO ITAJAÍ. PRÓ-REITORIA DE ENSINO. CENTRO DE EDUCAÇÃO SUPERIOR DE CIÊNCIAS TECNOLÓGICAS, DA TERRA E DO MAR. 2011 Boletim estatístico da pesca industrial de Santa Catarina – ano 2010: programa de monitoramento e avaliação da atividade pesqueira industrial no sudeste e sul do Brasil. 10 (1): 59. Itajaí: Universidade do Vale do Itajaí.

- VALENTINI, H. e CARDOSO, R. D. D. 1991 Análise da pesca da sardinha-verdadeira, *Sardinella brasiliensis*, na costa sudeste-sul do Brasil. *Atlântica*, Rio Grande, 13(1), 45-54.
- WHITEHEAD, J. P. 1985 Clupeoid fishes of the world. FAO species catalogue Vol 7. An annotated and illustrated catalogue of the herrings, sardines, pilchards, sprats, anchovies and wolf herrings. Part 1: Chirocentridae, Clupeidae and Pristigasteridae. *FAO Fisheries Synopsis*, 125-303.

CAPÍTULO 1
ESTRUTURA EM TAMANHO DA SARDINHA-CASCUDA,
***Harengula clupeiola* (CUVIER, 1829) (CLUPEIFORMES: CLUPEIDAE) NA**
BACIA DO SUDESTE DO BRASIL

ESTRUTURA EM TAMANHO DA SARDINHA-CASCUDA, *Harengula clupeola* (CUVIER, 1829) (CLUPEIFORMES: CLUPEIDAE) NA BACIA DO SUDESTE DO BRASIL

RESUMO:

O presente estudo teve como objetivo analisar a estrutura em tamanho de *Harengula clupeola* na bacia do Sudeste do Brasil e, a partir dela, os aspectos de ocorrência e distribuição por sexo, fornecendo novas informações que permitam compreender seu ciclo de vida na área. O material para este estudo foi coletado no contexto dos cruzeiros de pesca exploratória do Programa ECOSAR entre os anos de 2008 e 2010. Foram analisados 1063 exemplares com o comprimento total variando entre 65 e 192 mm, dos quais foram obtidos 485 fêmeas, 480 machos e 98 indivíduos com o sexo não observado. A região de estudo foi dividida em 3 áreas. A proporção sexual geral mostrou-se heterogênea, sendo que houve predomínio de fêmeas a partir da classe de 170 mm, decorrência da estrutura em tamanho diferenciada. Devido à variação dos comprimentos totais, houve diferença significativa entre os cruzeiros e especialmente entre as áreas, nas quais a diferença da estrutura em tamanhos foi muito acentuada. Os peixes menores apresentaram-se ao longo da área II (Ilhabela e Paranaguá), enquanto que nas outras áreas, predominavam peixes maiores. A variação do fator de condição relativo pode estar relacionada à reprodução. As relações envolvendo o comprimento corporal e o comprimento e a altura dos otólitos foram alométricas negativas, ou seja, quanto maior o indivíduo, menor e mais baixo é o otólito. Quando das relações das medidas dos otólitos entre si, houve isometria em ambas as relações, o que evidenciou o crescimento de modo proporcional à sua altura e peso.

PALAVRAS-CHAVE: Pesca exploratória, estrutura em comprimento, proporção sexual, fator de condição relativo e crescimento relativo.

Abstract

The present study aimed to examine the size structure of *Harengula clupeola* in Brazilian southeastern basin and, from it, the aspects of occurrence and sex distribution, providing new information for understanding their life cycle in the area. The material for this study was collected in the context of exploratory fishing cruises, ECOSAR program, between the years 2008 and 2010. 1063 specimens were analyzed with the total length between 65 and 192 mm, of which 485 were obtained females, 480 males and 98 individuals with sex not observed. The study area was divided into 3 areas. The overall sex ratio was heterogeneous, with a prevalence of females from the class of 170 mm, due to the structure in different size. Due to the variation in total length, there was significant differences between cruises and especially among the areas in which the difference in sizes of the structure has been very sharp. The smaller fishes are present throughout the area II (Ilhabela and Paranaguá), while in other areas dominated larger fish. The variation of the relative condition factor may be related to reproduction. Relationships involving body length and otolith length and height were negative allometric, in other words, the higher the individual, smaller and lower the otolith. When the relationships between the measures of the otolith itself was isometric in both relations, which showed the growth in proportional mode to your height and weight.

Key words: Exploratory fisheries, length structure, sex ratio, relative condition factor and relative growth.

1.1 INTRODUÇÃO

A sardinha-cascuda, *Harengula clupeola*, é um pequeno pelágico da família Clupeidae que se distribui da Flórida, Estados Unidos ao sul do Brasil, vivendo em pequenos cardumes em águas costeiras, estuários e lagoas, tolerando baixas salinidades (WHITEHEAD, 1985).

Os estudos conduzidos na região Sudeste-Sul do Brasil enfocando *H. clupeola* restringem-se a aspectos de alimentação (GOITEIN, 1984; CHAVES e VENDEL, 2008), desenvolvimento ovocitário (CHAVES, 1989), morfologia dos otólitos *sagitta* (LEMOS *et al.*, 1995) e parasitas (LUQUE *et al.*, 2000).

Entretanto, em estudos sobre ambientes e comunidades costeiras da bacia do Sudeste do Brasil, os registros de *H. clupeola* são constantes, sendo uma das espécies mais abundantes (em biomassa) e frequentes (em número). No litoral do Rio de Janeiro é mencionada em praias (HOFLING *et al.*, 1993; PESSANHA *et al.*, 2003; PESSANHA e ARAÚJO, 2003; TUBINO *et al.*, 2007; VASCONCELLOS *et al.*, 2007) e em baías (ANDREATA *et al.*, 2002; PESSANHA e ARAÚJO, 2003). Em São Paulo, é comum na zona de arrebenção (GIANNINI e PAIVA FILHO, 1995), ao longo da plataforma continental de São Sebastião (DIAS *et al.*, 2004), no canal de Bertioga (BARBANTI *et al.*, 2013) e em estuários (GOITEN, 1994; HÓFLING *et al.*, 2000). Nos ambientes semifechados da costa do Paraná, é registrada na Baía de Paranaguá (SANTOS *et al.*, 2002; QUEIROZ *et al.*, 2006; HACKRADT *et al.*, 2009; FALCÃO *et al.*, 2009; IGNÁCIO e SPACH, 2010; OLIVEIRA NETO *et al.*, 2008, 2010; SPACH *et al.*, 2003, 2012), na zona costeira de Pontal do Paraná (GODEFROID *et al.*, 1999, 2003) e nos marismas e manguezais da Baía de Guaratuba (CHAVES e BOUCHEREAU, 1999; CHAVES e VENDEL, 2008). Em Santa Catarina, BRANCO *et al.* (2009), a mencionaram no estuário do Saco da Fazenda, em Itajaí.

H. clupeola co-ocorre com *Harengula jaguana* e, apesar dos critérios de separação das duas espécies, existe certa confusão sistemática. Além disso,

CAIRES (*com. pess.*¹) informa que, para a região Sudeste-Sul do Brasil, o material coletado deve ser tratado como *H. clupeola*, permitindo-nos acrescentar ao rol de estudos com a espécie, estudos sobre crescimento e morfometria (HUBOLD e MAZZETTI, 1982), fases iniciais de seu ciclo de vida (MATSUURA, 1983), distribuição espaço-temporal e padrões de agregação de ovos e larvas (SPACH, 1990) e extensão espacial de agregados de ovos (MATSUURA *et al.*, 1992).

Por sua importância nos ambientes costeiros, onde é abundante e frequente, e como recurso pesqueiro, o presente estudo teve como objetivo analisar a estrutura em tamanho de *Harengula clupeola* na bacia do Sudeste do Brasil e, a partir dela, os aspectos de ocorrência e, distribuição por sexo, fornecendo novas informações que permitam compreender seu ciclo de vida na área.

1.2 MATERIAL E MÉTODOS

1.2.1 Área de estudo

O estudo foi realizado na bacia do Sudeste do Brasil, região entre Cabo Frio (RJ) 22°S e o Cabo de Santa Marta Grande (SC) 29°S. Esta área é caracterizada pela Plataforma Continental Sudeste (PCSE) (CASTRO *et al.*, 2006), cuja parte mais larga da plataforma está localizada em frente a Santos, com 230 Km de extensão, e as porções mais estreitas nas proximidades de Cabo Frio, com 50 Km, e do Cabo de Santa Marta Grande, com 70 Km (ZEMBRUSKI e CHAVES, 1979). CASTRO (1996) sugere uma divisão da plataforma continental sudeste em três regiões (interna, média e externa), por possuírem características físicas diferentes. A plataforma continental interna, área de abrangência do estudo, é mais estreita e rasa durante o verão, ficando entre 10 e 30 km de extensão e entre 20 e 40 m de profundidade e mais larga e

¹ Dr. Rodrigo Antunes Caires. Museu de Zoologia da Universidade de São Paulo.

profunda durante o inverno, chegando a atingir de 40 a 80 km de extensão e entre 50 e 70 m de profundidade.

Durante o verão a plataforma interna é ocupada pela Água Costeira (AC), a qual está sujeita aos processos de mistura causados pelo vento e correntes de maré. Águas mais quentes e salinas são características da Água Tropical (AT) e estão presentes no domínio externo da plataforma (CASTRO *et al.*, 2006; BRAGA e NIENCHESKI, 2006). Em vários pontos da plataforma, com maior destaque no Cabo Frio e no Cabo de Santa Marta Grande, há núcleos de ressurgência ricos em nutrientes, proporcionando condições tróficas melhores na superfície. Núcleos isolados ou esporádicos avançam sobre a plataforma em frente à baía de Guanabara (RJ) e em Ubatuba e São Sebastião (SP) de modo bastante frequente, e mesmo em Santos, mais ao largo. No cabo de Santa Marta, o enriquecimento é também marcante. Esse fenômeno é mais evidente no verão e na primavera que nos demais períodos (BRAGA e NIENCHESKI, 2006).

1.2.2 Obtenção de dados

O material para este estudo foi coletado no contexto dos cruzeiros de pesca exploratória do Programa ECOSAR (Prospecção e avaliação de biomassa do estoque de sardinha, na costa sudeste, por métodos hidroacústicos), realizados com o N/Oc *Atlântico Sul*, da FURG (Universidade Federal do Rio Grande), e com uma traineira da frota pesqueira, em janeiro e fevereiro de 2008 (ECOSAR IV), novembro de 2008 (ECOSAR V), setembro e outubro de 2009 (ECOSAR VI) e março de 2010 (ECOSAR VII) (Figura 1.1). As varreduras hidroacústicas foram realizadas ao longo de perfis perpendiculares e oblíquos à costa (CERGOLE e DIAS NETO, 2011). A amostragem biológica, quando da detecção de cardumes, foi realizada com rede de arrasto de meia-água e com rede de cerco, específicas para a captura de pequenos pelágicos. A profundidade desses lances variou de 11 m a 40 m.

A amostragem biológica foi realizada com rede de arrasto de meia-água especificamente desenhada para a captura de pequenos pelágicos e possuía

asas e quadrado com malha de 400 mm entre nós opostos, diminuindo gradativamente para 50 mm no túnel e 20 mm no saco. A rede operou com 4 brincos de 5/8" de diâmetro, medindo 55,80 m cada e diâmetro do cabo real de 3/4". Para a abertura da rede utilizaram-se portas do tipo Süberkrüb com 4 m² de superfície e peso de 380 kg cada. A área da boca da rede varia entre aproximadamente 256 e 276 m² dependendo da velocidade de arrasto entre 4 e 5 nós. Para o monitoramento das operações de pesca foi utilizada uma sonda de rede Trawl eye modelo SIMRAD FS 900 MK2, com comunicação via cabo, acoplada a um monitor colorido (FURG, 2008).

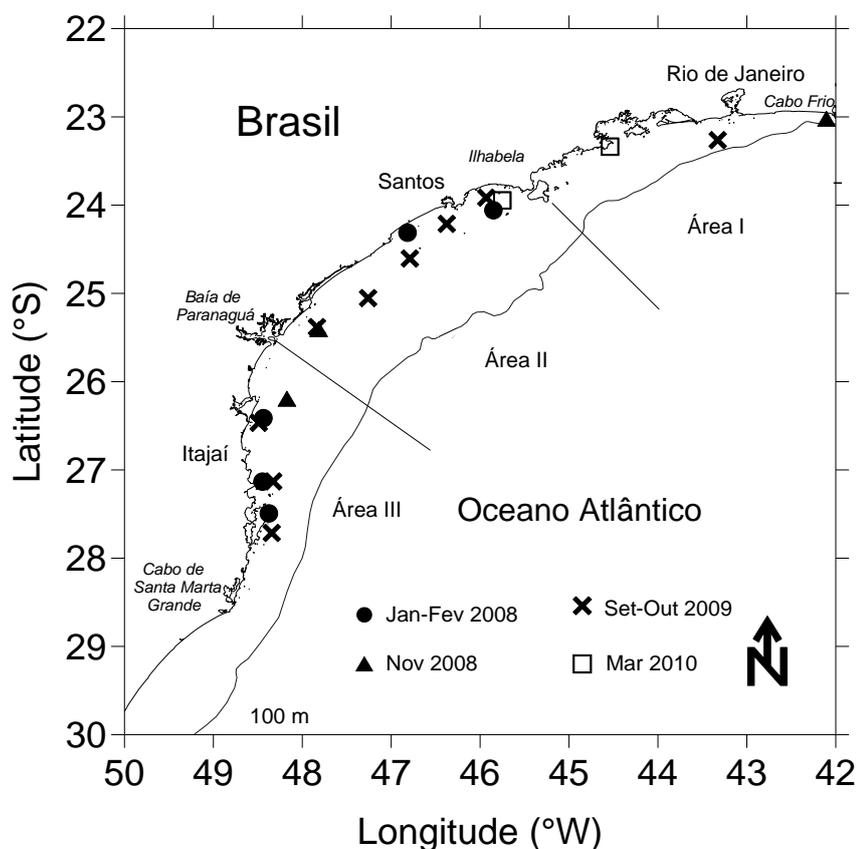


Figura 1.1 – Mapa com os lances de pesca com captura de *Harengula clupeola* durante o Programa ECOSAR (IV = Janeiro-Fevereiro de 2008; V = Novembro de 2008; VI = Setembro-Outubro de 2009; VII = Março de 2010).

Os exemplares de *H. clupeola* foram congelados a bordo. Em laboratório foram obtidos os dados de comprimento total (Ct, mm, da ponta do focinho ao término da nadadeira caudal em posição natural), peso total (Pt, g) e sexo, identificado macroscopicamente como machos (M) ou fêmeas (F) (VAZZOLER, 1996). Em alguns exemplares não dissecados (apenas medidos e pesados), o sexo foi anotado como não observado (NO). Os otólitos sagitta foram retirados

da cápsula, lavados e armazenados secos em microtubos plásticos de fechamento, sendo posteriormente obtidos o comprimento do otólito (Co , mm, maior distância linear entre o rostro e a margem posterior) e a altura (Ao , mm, maior distância linear entre as margens dorsal e ventral), com paquímetro de precisão, e o peso dos otólitos (Po , g), em balança analítica de precisão de 0,0001 g (LEMOS *et al.*, 1995).

1.2.3 Análise de dados

Para analisar a distribuição espaço-temporal dos cardumes de *H. clupeola*, a área prospectada foi dividida em três regiões (Fig. 1.1), de acordo com as características ambientais (relevo de fundo, extensão da plataforma continental e dinâmica oceanográfica). A região ao norte de Ilhabela, considerando parte do litoral norte do Estado de São Paulo e o litoral do Rio de Janeiro, foi denominada área I; entre Ilhabela e a baía de Paranaguá, área II; ao sul da baía de Paranaguá até o Cabo de Santa Marta Grande, área III.

Foram construídas distribuições de frequência de indivíduos por classes de comprimento total (10 mm), por sexo (fêmeas e machos) para cada área e em cada cruzeiro. A proporção sexual por classes de comprimento foi analisada, considerando a frequência de machos e de fêmeas em cada cruzeiro. A proporção esperada de 1:1 foi testada com a aplicação de um teste qui-quadrado de heterogeneidade (χ^2) ($\alpha = 0,05$) (ZAR, 2010). Os valores médios de comprimento total em cada área e em cada cruzeiro foram comparados através de uma análise de variância dois fatores sem interação, devido à ausência de dados em algumas categorias conjuntas (ZAR, 2010).

Para avaliar o grau de hígidez da sardinha-cascuda, foram estimados os valores individuais do fator de condição relativo dado por $Kn = Pt / Pe$ (LE CREN, 1951), sendo suas médias calculadas por cruzeiro. O peso esperado (We) foi estimado através dos parâmetros $a = 5,0 \cdot 10^{-6}$ e $b = 3,165$, ajustados para as capturas de *H. clupeola* desse mesmo conjunto de dados (VAZ-DOS-SANTOS e ROSSI-WONGTSCHOWSKI, 2013), através da relação peso-comprimento. As médias de Kn em cada cruzeiro foram comparadas entre si

(ANOVA um fator seguida de teste de Tukey) (ZAR, 2010). A variação em relação ao valor de referência 1 ($P_t = P_e$) foi avaliada através dos intervalos de confiança das médias (ZAR, 2010).

Como um indicador de crescimento relativo, ajustou-se o modelo alométrico de Huxley ($y = ax^b$) (HUXLEY, 1993) às medidas dos otólitos, que foram selecionados por classe de comprimento e área, obtendo 79 dados. Os ajustes foram realizados com os dados logaritmizados, através do método dos mínimos quadrados. Os resíduos de cada modelo foram analisados seguindo BERVIAN *et al.* (2006). Os coeficientes b foram testados (teste t) com os valores referenciais de isometria $b = 1$ para as relações entre o comprimento corporal total e o comprimento do otólito (Ct x Co), entre o comprimento corporal total e a altura do otólito (Ct x Ao) e entre o comprimento do otólito e a altura do otólito (Co x Ao). Utilizou-se $b = 3$ para a relação entre o comprimento do otólito e o peso do otólito (Co x Po) (QUINN & DERISO, 1999).

1.3 RESULTADOS

Foram analisados 1063 exemplares de *H. clupeola* com o comprimento total variando entre 65 e 192 mm, com média e desvio padrão de $153,4 \pm 1,61$ mm. Do total, 485 eram fêmeas, 480 machos e 98 indivíduos com o sexo não observado. O único exemplar com 65 mm não teve o sexo observado, sendo que todos os outros peixes eram maiores que 90 mm.

As distribuições de frequência de indivíduos por classes de comprimento total estão apresentadas na Figura 1.2. A sardinha-cascuda ocorreu em todos os cruzeiros, com representatividade de machos e fêmeas nas amostras. Em termos de distribuição espacial, a área II concentrou a maior ocorrência ($n = 578$), seguida das áreas III ($n = 293$) e I ($n = 192$). Na área II foram capturados os exemplares com os menores comprimentos corporais, enquanto que os maiores peixes ocorreram ao sul (área III).

A proporção sexual geral para todo o período considerado mostrou-se heterogênea ($\chi^2 = 94,57$, $P < 0,05$) (Tabela 1.1), sendo que nos cruzeiros de 2008 e no cruzeiro de 2009 as fêmeas predominaram e no cruzeiro de 2010 houve o predomínio de machos. Apesar da variação do número de indivíduos em cada classe, as diferenças encontradas deveram-se ao predomínio de fêmeas em comprimentos superiores a 170 mm.

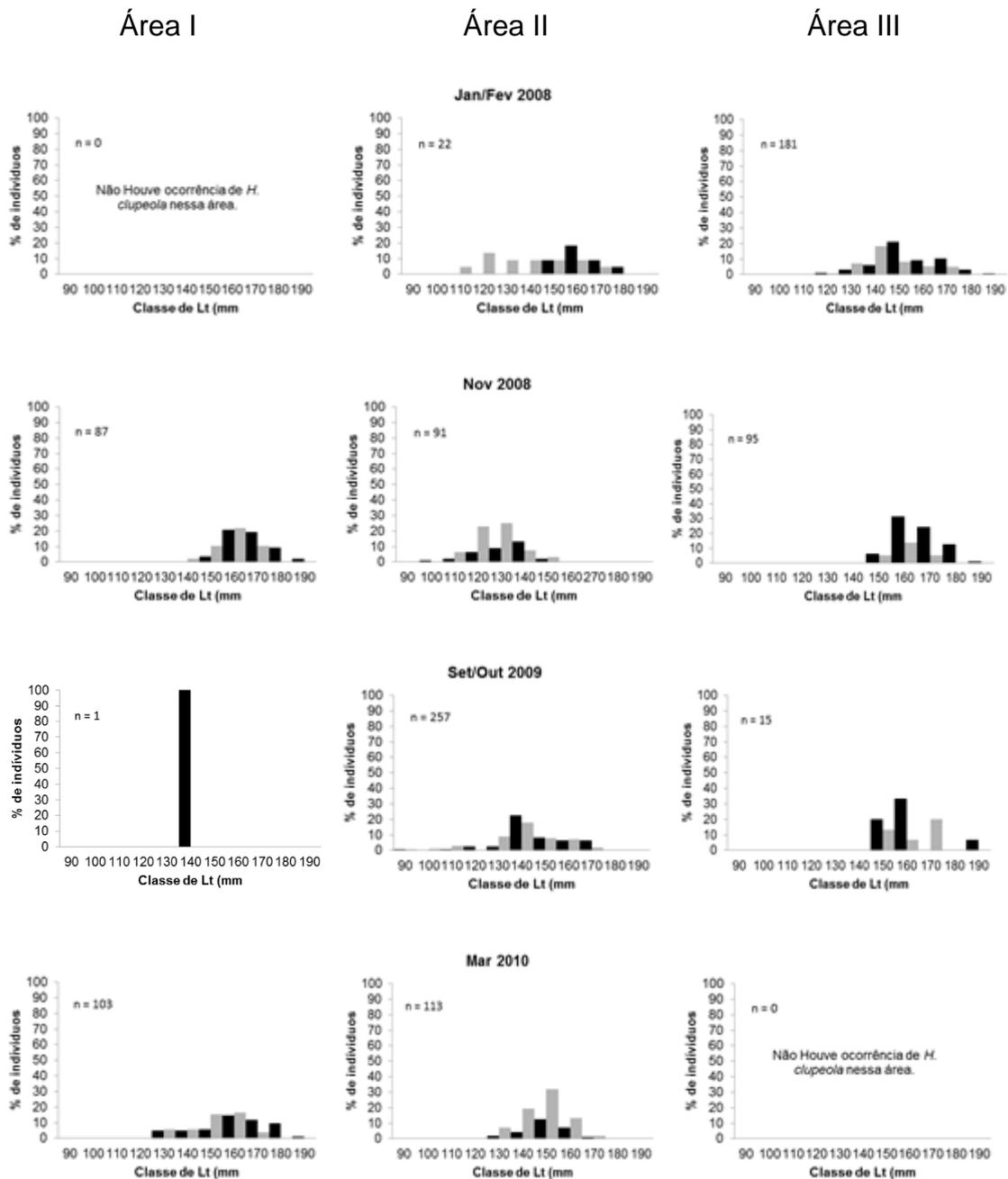


Figura 1.2 – *Harengula clupeiola*: distribuição de frequência relativa de indivíduos por classes de comprimento total (Ct) por cruzeiro e área (barras cinzas = machos e barras pretas = fêmeas).

Tabela 1.1 – *Harengula clupeiola*: resultados do teste de χ^2 de heterogeneidade aplicados as proporções de fêmeas e de machos por classes de comprimento e por cruzeiro.

Classe de Ct (mm)	Cruzeiros															
	Jan-Fev/2008				Nov/2008				Set-Out/2009				Mar/10			
	F	M	χ^2	P	F	M	χ^2	P	F	M	χ^2	p	F	M	χ^2	p
90 100									2	2	0,0	1				
100 110					1				1	3						
110 120		1			2	6			2	7						
120 130	2	4	0,67	0,41	6	21			6	1	3,6	0,06				
130 140	6	15	3,86	0,05	8	23	7,26	<0,01	6	23	10,0	<0,01	7	14	2,333	0,13
140 150	11	35	12,52	<0,01	12	9	0,43	0,51	59	46	1,6	0,20	10	28	8,526	<0,01
150 160	40	17	9,28	<0,01	11	17	1,29	0,26	24	22	0,1	0,77	20	52	14,22	<0,01
160 170	21	12	2,45	0,12	48	32	3,20	0,07	22	19	0,2	0,64	23	32	1,473	0,22
170 180	21	10	3,90	0,05	40	14	12,52	<0,01	17	8'	3,2	0,07	13	6	2,579	0,11
180 190	7				20		20,00	<0,01	1	1			10			
190 200	1				3				1				1			
TOTAL	109	94	1,11	0,29	151	122	3,08	0,07	141	132	0,30	0,58	84	132	10,67	<0,01
χ^2 de heterogeneidade			31,58	<0,001			41,61	<0,001			18,40	0,002			18,47	0,001

Houve diferença significativa entre os comprimentos totais (Fig. 1.3) entre os cruzeiros ($F = 19,69$; $P < 0,001$) e especialmente entre as áreas ($F = 151,25$; $P < 0,001$), nas quais a diferença da estrutura em tamanhos foi muito acentuada. Os peixes menores apresentaram-se ao longo da área II, enquanto que nas outras áreas, predominavam peixes maiores.

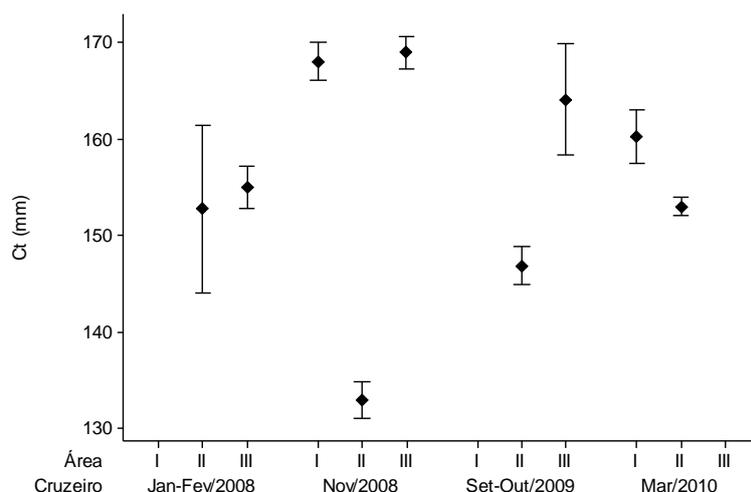


Figura 1.3 - *Harengula clupeiola*: comprimentos totais médios e intervalos de confiança (95%) em cada cruzeiro e em cada área (em Set-Out/2009, área I, o comprimento de um único exemplar foi omitido do gráfico).

Os valores médios do fator de condição relativa foram $Kn_{\text{Jan-Fev/2008}} = 0,98$; $Kn_{\text{Nov/2008}} = 1,04$; $Kn_{\text{Set-Out/2009}} = 0,96$ e $Kn_{\text{Mar/2010}} = 1,01$, que diferiram significativamente entre si ($F = 49,70$; $P < 0,001$) (figura 1.4). Nas comparações duas a duas (teste de Tukey), os valores de janeiro-fevereiro de 2008 e setembro-outubro de 2009 foram semelhantes ($P > 0,05$) enquanto que os valores de novembro de 2008 e março de 2010 diferiram em relação às outras médias ($P < 0,05$). Todos os valores diferiram significativamente de 1, que não consta dos intervalos de confiança das médias estimadas (Fig. 1.4).

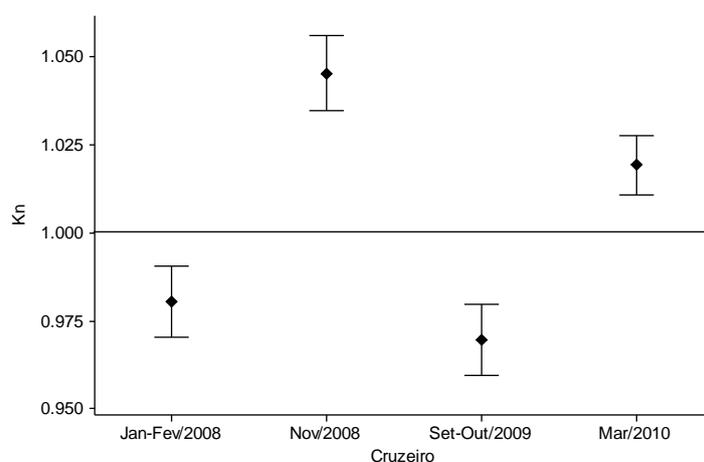


Figura 1.4 - *Harengula clupeola*: fator de condição relativo médio e intervalos de confiança (95%) em cada cruzeiro.

Nas análises morfométricas os coeficientes dos modelos ajustados constam da Tabela 1.2. As regressões de *H. clupeola* envolvendo o comprimento total e o comprimento e a altura dos otólitos (Ct x Co e Ct x Ao) foram alométricas negativas, indicando que quanto maior o indivíduo, proporcionalmente menor e mais baixo é o otólito. Quando se tratou dos ajustes das medidas dos otólitos entre si, houve isometria nas relações entre o comprimento dos otólitos e a altura e o peso dos otólitos (Co x Ao e Co x Po), o que evidenciou o crescimento proporcional entre estas três dimensões.

Tabela 1.2 – *Harengula clupeola*: valores de a , b (\pm intervalo de confiança) e coeficientes de determinação (r^2) e probabilidade P dos modelos de regressão. Resultados do teste t para a alometria de b .

Relação linear	Regressão				Crescimento relativo		N de indivíduos
	a	b	r^2	P	Teste t	P	
log Ct x log Co	-1,18 \pm 0,33	0,79 \pm 0,15	0,591	< 0,001	-2,844	0,003	79
Log Ct x log Ao	-1,47 \pm 0,44	0,81 \pm 0,20	0,462	< 0,001	-1,875	0,032	
log Co x log Ao	-0,24 \pm 0,07	0,99 \pm 0,14	0,725	< 0,001	-0,104	0,459	
log Co x log Po	-4,10 \pm 0,24	2,97 \pm 0,43	0,710	< 0,001	-0,160	0,437	

1.4 DISCUSSÃO

A captura da sardinha-cascuda durante os quatro cruzeiros do programa ECOSAR compreendeu a plataforma continental interna a uma profundidade que variou de 11 a 40 m. WHITEHEAD (1985) informa que sardinha-cascuda é uma espécie que ocorre em ambientes costeiros e sobre o domínio da plataforma continental interna, até 50 m de profundidade. Esses resultados mostram que a espécie se mantém na mesma faixa de profundidade em diferentes áreas de ocorrência.

H. clupeola pode ser capturada com diversas artes de pesca. No programa ECOSAR, sua captura foi feita com rede de arrasto de meia água e rede de cerco, específicas para a captura de pequenos pelágicos, sendo que o maior exemplar capturado, entre os cruzeiros de 2008 a 2010, possuía 192 mm.

Diversos estudos apresentam diferentes comprimentos máximos para a sardinha-cascuda, entre eles 170 mm para a mesma área aqui estudada (FIGUEIREDO e MENEZES, 1978) e 175 mm no Estuário de São Vicente, quando foram utilizadas a rede tipo lanço e a tipo jaú (GOITEIN, 1984). Em outras áreas, o maior exemplar encontrado apresentava 180 mm (Caribe) (LIESKE e MYERS, 1994); 136 mm na Venezuela (POSADA, 1999); e 134 mm em Porto Rico, em exemplares obtidos diretamente de pescadores que

utilizavam tarrafas e rede de arrasto (PEÑA-ALVARADO *et al.*, 2008). Porém apenas o comprimento total de 240 mm do estudo de LUQUE *et al.* (2000), que não citam a arte de pesca utilizada, extrapolou o valor do presente estudo. A seletividade dos aparelhos de pesca pode ter contribuído para captura de exemplares de maior porte.

Em Porto Rico, FIGUEROLA-FERNANDEZ *et al.* (2008) estimaram a primeira maturação de *Harengula clupeola* em 74 mm para machos e 85 mm para fêmeas. Supondo que os exemplares do presente estudo se assemelhem a supracitada população, todos os indivíduos capturados foram adultos, exceto o exemplar de 65 mm. Pela estrutura de comprimentos dos exemplares amostrados verifica-se que as fêmeas tendem a serem maiores que machos, predominando a partir de 170 mm de comprimento total.

Nesse estudo, fêmeas predominaram nos três primeiros cruzeiros (Jan-Fev/2008; Nov/2008; Set-Out/2009) e os machos apenas o último cruzeiro (mar/2010), sendo que a partir da classe de comprimento de 170 mm também houve predomínio de fêmeas. A estrutura em tamanho diferenciada afeta diretamente a proporção sexual de *H. clupeola*. Essas informações são importantes para a caracterização da estrutura de uma população, além de constituir subsídio para estudo de outros aspectos, como estimativas do tamanho do estoque (VAZZOLER, 1996).

Tratando outras localidades e populações, POSADA *et al.* (1988) observaram que na Venezuela a proporção sexual de *H. clupeola* era 1:1, assim como MARTINEZ e HOUDE (1975) para *H. jaguana*, na Florida (Estados Unidos). Por sua vez, em FIGUEROLA-FERNANDEZ *et al.* (2008), houve predomínio de fêmeas em Porto Rico e, segundo PEÑA-ALVARADO (2008) que verificou que as fêmeas predominavam acima de 85 mm, enquanto os machos predominavam nas menores classes. Nesses estudos verifica-se que o padrão varia dentro do gênero, tendendo à diferenciação em função de tamanho corporal.

Sobre o fator de condição relativo, sua variação pode ser associada à reprodução, com os maiores valores ocorrendo ao final da maturação e pré-desova (LE CREN, 1951; FROESE, 2006). O menor valor observado no presente estudo esteve relacionado ao final de inverno e início da primavera (Set-Out/2009) e, durante a primavera e o verão, houve tendência de valores mais altos, o que poderia estar associado à desova, que coincide com a da sardinha-verdadeira (SPACH, 1990). Segundo PAIVA FILHO e TOSCANO (1987), no seu estudo no estuário de São Vicente, litoral de São Paulo, mostram que os exemplares de *Harengula clupeiola* capturados no verão (dezembro de 1984 a fevereiro de 1985) e outono (março a maio de 1985) eram juvenis, um indício do período de desova semelhante ao do presente estudo.

Como um referencial de desenvolvimento somático, o estudo do crescimento relativo (HUXLEY, 1924), quando utilizado em conjunto com a análise de otólitos, permite analisar o desenvolvimento deles em relação ao comprimento total (Ct) dos exemplares, independentemente da idade dos mesmos. As relações entre as medidas morfométricas de peixes têm sido frequentemente usadas em biologia pesqueira como ferramenta para várias finalidades (SÁ-OLIVEIRA *et al.*, 2011). No presente estudo, as relações de *H. clupeiola*, envolvendo o comprimento corporal e o comprimento e a altura dos otólitos (Ct x Co e Ct x Ao), foram alométricas negativas, ou seja, quanto maior o indivíduo, menor e mais baixo é o otólito. Quando se tratou dos ajustes das medidas dos otólitos entre si, a isometria em ambas as relações, com medidas dos altura e peso do otólitos (Co x Ao e Co x Po), evidenciou o crescimento de modo proporcional à sua altura e peso. No caso, a análise de resíduos não evidenciou diferentes fases de crescimento (BERVIAN *et al.*, 2006).

1.5 CONCLUSÃO

Considerando as informações disponíveis dos quatro cruzeiros de prospecção pesqueira, pode-se dizer que a *Harengula clupeiola* é uma espécie comum na área da plataforma continental interna, ocupada por adultos, sendo

que entre Ilhabela e Paranaguá foi registrada a maior ocorrência e o predomínio dos menores exemplares. A proporção sexual mostrou-se heterogênea, devido o predomínio de fêmeas a partir de 170 mm, decorrência da estrutura em tamanho diferenciada. A variação do fator de condição relativo parece estar associada à época de reprodução da espécie, com desovas principalmente no verão. Na análise do crescimento relativo, podemos observar que o crescimento de *H. clupeola* foi homogêneo na fase adulta aqui analisada.

1.6 REFERÊNCIAS BIBLIOGRÁFICAS

- ANDREATA, J. V.; MEURER, B. C.; BAPTISTA, M. G.; MANZANO, F. V.; TEIXEIRA, D. E.; LONGO, M. M.; FRERET, N. V. 2002 Composição da assembleia de peixes da Baía da Ribeira, Angra dos Reis, Rio de Janeiro, Brasil. *Revista Brasileira de Zoologia*, 19(4), 1139-1146.
- BARBANTI, B.; CAIRES, R.; MARCENIUK, A. P. 2013 The ichthyofauna of the Bertioga Channel, São Paulo, Brazil. *Biota Neotropica*, 13(1).
- BERVIAN, G.; FONTOURA, N. F.; HAIMOVICI, M.; Statistical model of allometric growth: otolith growth in *Micropogonias furnieri* (Actinopterygii, Sciaenidae). *Journal of Fish Biology*, vol.68 (2006), pp.196-208.
- BRAGA, E. S.; NIENCHESKI, L. F. H. 2006 Composição das massas de água e seus potenciais produtivos na área entre o Cabo de São Tomé (RJ) e o Chuí (RS). In: ROSSI-WONGTSCHOWSKI, C. L. D. B.; MADUREIRA, L. S. P. (Ed.). O ambiente oceanográfico da Plataforma Continental e do Talude na Região Sudeste-Sul do Brasil. São Paulo: Edusp, p. 161-218.
- BRAGA, F. M. S. 1982 Estudo 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.
- BRANCO, J. O.; FREITAS JÚNIOR, F.; VERANI, J. R.; HOSTIM-SILVA, M. 2009 Ictiofauna do Saco da Fazenda, Itajaí, SC., 207-226p. In: Branco, J. O.; Lunardon-Branco, M. J.; Bellotto, V. R. Estuário do Rio Itajaí-Açú, Santa Catarina: caracterização ambiental e alterações antrópicas. Editora UNIVALI, Itajaí, SC., 312p.

- CASTRO, B. M. 1996 Correntes e massas de água da plataforma continental norte de São Paulo. Tese de Livre-Docência, Instituto Oceanográfico, Universidade de São Paulo, 248 p.
- CASTRO, B. M.; LORENZZETTI, J. A.; SILVEIRA, I. C. A.; MIRANDA, L. B. 2006 Estrutura termohalina e circulação na região entre o Cabo de São Tomé (RJ) e o Chuí (RS). *In*: ROSSI-WONGTSCHOWSKI, C. L. D. B.; MADUREIRA, L. S. P. (Ed.). O ambiente oceanográfico da Plataforma Continental e do Talude na Região Sudeste-Sul do Brasil. São Paulo: Edusp, p.11-120.
- CERGOLE, M. C. e DIAS NETO, J. 2011 Plano de gestão para o uso sustentável da sardinha-verdadeira, *Sardinella brasiliensis* no Brasil.
- CHAVES, P. T. 1989 Hidratação pré-ovulatória em peixes: Um caráter de origem marinha? *Revista Brasileira de Zoologia*, 6(3): 463 – 472.
- CHAVES, P. T. e BOUCHEREAU, J. L. 1999 Use of mangrove habitat for reproductive activity by the fish assemblage in the Guaratuba Bay, Brazil. *Oceanologica Acta*, 23: 273-280.
- CHAVES, P. T. e VENDEL, A. L. 2008 Análise comparativa da alimentação de peixes (Teleostei) entre ambientes de marisma e de manguezal num estuário do sul do Brasil (Baía de Guaratuba, Paraná). *Revista Brasileira de Zoologia* 25 (1): 10–15.
- DIAS, J. F.; CLEMMESSEN, C.; UEBERSCHAR, B.; ROSSI-WONGTSCHOWSKI, C. L. D. B.; KATSURAGAWA, M. 2004 Condition of the Brazilian sardine, *Sardinella brasiliensis* (Steindachner, 1879) larvae in the São Sebastião inner and middle continental shelf (São Paulo, Brazil). *Brazilian Journal of Oceanography*, 52, 81-87.
- FALCÃO, M. G.; SARPÉDONTI, V.; SPACH, H. L.; OTERO, M. E. B.; QUEIROZ, G. M. L. N.; SANTOS, C. 2009. A ictiofauna em planícies de maré das Baías das Laranjeiras e de Paranaguá, Paraná, Brasil. *Revista Brasileira de Zoociências*, 8(2).
- FIGUEIREDO, J. L. e MENEZES, N. A., 1978 Manual de Peixes Marinhos do Sudeste do Brasil. V. II: Teleostei (1). Museu de Zoologia, Universidade de São Paulo, São Paulo, 110 p.
- FIGUEROLA-FERNÁNDEZ, M.; PEÑA-ALVARADO, N.; RUIZ, W. T. 2008 Aspects of the Reproductive Biology of Recreationally Important Fish

- Species in Puerto Rico: Maturation and reproductive seasonality of the Wahoo (*Acanthocybium solandri*), Red-ear sardine (*Harengula humeralis*), False-pilchard (*Harengula clupeiola*), Thread herring (*Opisthonema oglinum*), Crevalle jack (*Caranx hippos*), Horse-eye Jack (*Caranx latus*), Blue runner (*Caranx crysos*), and great barracuda (*Sphyraena barracuda*) in Puerto Rico. Pp: 43-48.
- FROESE, R. 2006 Cube law, condition factor and weight-length relationships: history, meta-analysis and recommendations. *Journal of Applied Ichthyology*, 22(4), 241–253.
- GIANNINI, R. e PAIVA-FILHO, A. M. 1995 Análise comparativa da ictiofauna da zona de arrebentação de praias arenosas do estado de São Paulo, Brasil. *Boletim do Instituto Oceanográfico*, São Paulo, 43(2): 141-152.
- GODEFROID, R. S.; HOFSTAETTER, M.; SPACH, H. L. 1999 Larval fish in the surf zone of Pontal do Sul beach, Pontal do Paraná, Paraná, Brazil. *Revista Brasileira de Zoologia*, 16(4), 1005-1011.
- GODEFROID, R. S.; SPACH, H. L.; SCHWARZ, R.; QUEIROZ, M. 2003 A fauna de peixes da praia do Balneário Atami, Paraná, Brasil. *Atlântica*, 25(2), 147-161.
- GOITEIN, R. 1984 Aspectos da alimentação dos Clupeidae *Harengula clupeiola* (Cuvier, 1829) e *Opisthonema oglinum* (Lesueur, 1818), e dos Engraulidae *Anchoviella lepidentostole* (Fowler, 1911) e *Cetengraulis edentulus* (Cuvier, 1928) no estuário de São Vicente, São Vicente, SP. Tese de doutorado, Instituto Oceanográfico da Universidade de São Paulo.
- HACKRADT, C. W.; PICHLER, H. A.; FÉLIX-HACKRADT, F. C.; JÚNIOR, R. S.; DE OLIVEIRA SILVA, L.; SPACH, H. L. 2011 A estrutura da comunidade de peixes em praias de baixa energia do complexo estuarino da Baía de Paranaguá, Brasil. *Revista Brasileira de Zoociências*, 11(3).233-244.
- HOFLING, J. C.; FERREIRA, L. I.; RIBEIRO NETO, F. B.; OLIVEIRA, M. P.; PAIVA FILHO, A. M.; PRADO A. 2000 Alimentação de peixes da família Clupeidae do complexo estuarino lagunar de Cananéia, SP, Brasil. *Bioikos*, 14(2): 12-20.

- HOFLING, J. C.; LIMA, P. A. B.; DONZELI, V. P.; LOT, R. C.; ESTELLES, F. 1993 Variação sazonal da Ictiofauna na zona Entremarés da enseada de Araçatiba-Ilha Grande, RJ. *Bioikos*, 7(1/2).
- HUBOLD, G.; MAZZETTI, M. V. 1982 Growth, Morphometry, and Aspects of Life-History of the Scaled Sardine *Harengula jaguana* Poey, 1865 in the Guanabara Bay (Brazil). *Meeresforschung*, v. 2, p. 80-88.
- HUXLEY, J. S. 1924 Constant differential growth-ratios and their significance. *Nature*, 114(2877): 895-896.
- HUXLEY, J. S. 1993 Problems of relative growth; with a new introduction by Frederick B. Churchill and an essay by Richard E. Strauss. *The John Hopkins University Press*, Baltimore, 276p.
- IGNÁCIO, J. M. e SPACH, H. L. 2010 Variação sazonal da ictiofauna do infralitoral raso do Maciel, Baía de Paranaguá, Paraná. *Atlântica* (Rio Grande), 32(2): 163-176.
- LE CREN, E. D. 1951 The length-weight relationship and seasonal cycle in gonad weight and condition in the perch (*Perca fluviatilis*). *The Journal of Animal Ecology*, p. 201-219.
- LE MOS, P. H. B.; CORRÊA, M. F. M.; PINHEIRO, P. C. 1995 Catálogo de otólitos de Clupeidae (Clupeiformes-Perciformes) do litoral do Estado do Paraná, Brasil. *Brazilian Archives of Biology and Technology*, 38 (3): 747-759.
- LIESKE, E. e MYERS, R., 1994 Collins Pocket Guide. Coral reef fishes. Indo-Pacific & Caribbean including the Red Sea. *Haper Collins Publishers*, 400 p
- LUQUE, J. L.; VIÑAS, R. A.; PARAGUASSÚ, A. R.; ALVES, D. R. 2000 Metazoários parasitos das sardinhas *Sardinella brasiliensis* e *Harengula clupeiola* (OSTEICHTHYES: CLUPEIDAE) do litoral do Estado do Rio de Janeiro, Brasil.
- MARTINEZ, S. e HOUDE, E. D. 1975 Fecundity, sexual maturation, and spawning of scaled sardine (*Harengula jaguana* Poey). *Bulletin of Marine Science*, 25(1): 35-45.
- MATSUURA, Y. 1983 Estudo comparativo das fases iniciais do ciclo de vida da sardinha-verdadeira *Sardinella brasiliensis* e da sardinha-cascuda *Harengula jaguana* (Pisces: Clupeidae) e nota sobre a dinâmica da

população da sardinha-verdadeira na Região Sudeste do Brasil. 150 p. Tese (Livre Docência) – Instituto Oceanográfico da Universidade de São Paulo.

- MATSUURA, Y.; SPACH, H. L.; & KATSURAGAWA, M. 1992 Comparison of spawning patterns of the Brazilian sardine (*Sardinella brasiliensis*) and anchoita (*Engrautis anchoita*) in Ubatuba region, southern Brazil during 1985 through 1988. *Boletim do Instituto Oceanográfico*, 40(1-2), 101-115.
- OLIVEIRA NETO, J. F.; SPACH, H. L.; SCHWARZ-JUNIOR, R.; PICHLER, H. A. 2010 Fish communities of two tidal creeks in the Pinheiros bay, state of Paraná, southern Brazil. *Brazilian Journal of Aquatic Science and Technology*, 14(2), 47-54.
- OLIVEIRA-NETO, J. F.; SPACH, H. L.; SCHWARZ-JUNIOR, R.; PICHLER, H. A. 2008 Diel variation in fish assemblages in tidal creeks in southern Brazil. *Brazilian Journal of Biology*, 68(1), 37-43.
- PAIVA FILHO, A. M. e TOSCANO, A. P. 1987 Estudo comparativo e variação sazonal da ictiofauna na zona entremarés do Mar Casado-Guarujá e Mar Pequeno-São Vicente, SP. SP. Bol. Inst. Ocean, 35, 153-165.
- PEÑA-ALVARADO, N.; FIGUEROLA-FERNÁNDEZ, M.; RUIZ, W. T. 2008 Reproductive Biology of Three Important Baitfishes (Clupeidae) in Puerto Rico. *Gulf and Caribbean Fisheries Institute*, 61: 38-47.
- PESSANHA, A. L. M. e ARAÚJO, F. G. 2003 Spatial, temporal and diel variations of fish assemblages at two sandy beaches in the Sepetiba Bay, Rio de Janeiro, Brazil. *Estuarine, Coastal and Shelf Science*, 57(5): 817-828.
- PESSANHA, A. L. M.; ARAÚJO, F. G.; DE AZEVEDO, M. C. C.; GOMES, I. D. 2003 Diel and seasonal changes in the distribution of fish on a southeast Brazil sandy beach. *Marine biology*, 143(6), 1047-1055.
- POSADA, J. M. 1999 Population dynamics of *Harengula humeralis* and *Harengula clupeola* Pisces Clupeidae in the Archipiélago de los Roques National Park Venezuela. *Gulf and Caribbean Fisheries Institute*, 45: 128-145.
- POSADA, J. M.; ÁLVAREZ, B. e Marval, J. A. 1988 Algunos aspectos de la biología reproductiva de la manzanillera, *Harengula humeralis* (Cuvier) y

- la Carapachona, *Harengula clupeiola* (Cuvier) (Pisces: Clupeidae) en el Parque Nacional Archipiélago de Los Roques. *Memoria de la Sociedad de Ciencias Naturales La Salle*, 48 (3): 237-258.
- QUEIROZ, G. M. N. D.; SPACH, H. L.; SOBOLEWSKI-MORELOS, M.; SANTOS, L. D. O.; SCHWARZ JUNIOR, R. 2006 Caracterização da ictiofauna demersal de duas áreas do complexo estuarino de Paranaguá, Paraná, Brasil. *Biociências*. 14(2): 112-124.
- QUINN, T. e DERISO, R. 1999 Quantitative fish dynamics. *Oxford University Press*, Oxford. 542p.
- SÁ de OLIVEIRA, J. C.; CHELLAPPA, S.; GENTIL VASCONCELOS, H. C. 2011 Estrutura populacional, relação peso-comprimento e fator de condição de *Hoplosternum littorale*, Hancock, 1828 (Siluriformes: Callichthyidae) da Área de Proteção Ambiental do Rio Curiaú, Macapá-AP. *Biota Amazônia*, 1(1): 38-41.
- SANTOS, C.; SCHWARZ J. R.; OLIVEIRA NETO, J. F.; SPACH, H. L. 2002 A ictiofauna em duas planícies de maré do setor euhalino da Baía de Paranaguá, PR. *Boletim do Instituto de Pesca*, 28(1): 49-60.
- SPACH, H. L. 1990 Estudo comparativo da distribuição espaço-temporal e de padrões de agregação de ovos e larvas de *Harengula jaguana*, *Sardinella brasiliensis* (Clupeidae: Osteichthyes) e *Engraulis anchoita* (Engraulidae: Osteichthyes) na costa sudeste do Brasil.
- SPACH, H. L.; SANTOS, C.; GODEFROID, R. S. 2003 Padrões temporais na assembléia de peixes na gamboa do Sucuriú, Baía de Paranaguá, Brasil. *Revista Brasileira de Zoologia*, 20(4), 591-600.
- SPACH, H. L.; SANTOS, C.; PICHLER, H. A.; IGNÁCIO, J. M.; STOIEV, S. B. 2012 Padrões estruturais da assembléia de peixes em duas áreas do Canal da Cotinga, Baía de Paranaguá, Paraná, Brasil. *Bioikos*, 21(2). 57-67.
- TUBINO, R. D. A.; MONTEIRO-NETO, C.; MORAES, L. E. D. S.; PAES, E. T. 2007 Artisanal fisheries production in the coastal zone of Itaipu, Niterói, RJ, Brazil. *Brazilian Journal of Oceanography*, 55(3): 187-197.
- UNIVERSIDADE FEDERAL DO RIO GRANDE (FURG)- Relatório de trabalho referente ao contrato CEPSUL Nº 15/2007 (CEPSUL/Instituto Chico Mendes de Conservação da Biodiversidade) e a Universidade Federal

- do Rio Grande (FURG). 2008 Mapeamento e estimativa de biomassa na área de ocorrência da sardinha-verdadeira (*Sardinella brasiliensis*) através de metodologia hidroacústica (Cruzeiro ECOSAR IV).
- VASCONCELLOS, R. M., SANTOS, J. N. S., SILVA, M. A., & ARAÚJO, F. G. 2007 Efeito do grau de exposição às ondas sobre a comunidade de peixes juvenis em praias arenosas do Município do Rio de Janeiro, Brasil. *Biota Neotropica*, 7(1), 93-100.
- VAZ-DOS-SANTOS, A. M. e ROSSI-WONGTSCHOWSKI, C. L. D. B. 2013 Relações comprimento-peso da ictiofauna associada à sardinha-verdadeira, *Sardinella brasiliensis*, na Bacia do Sudeste do Brasil (22°S-29°S) entre 2008 e 2010. *Biota Neotropica*, 13 (2).
- VAZZOLER, A. E. A. de. M. 1996 Biologia da reprodução de peixes teleósteos: teoria e prática. Maringá: *EDUEM*. 169 p.
- WHITEHEAD, J. P. 1985 Clupeoid fishes of the world. FAO species catalogue Vol 7. An annotated and illustrated catalogue of the herrings, sardines, pilchards, sprats, anchovies and wolf herrings. Part 1: Chirocentridae, Clupeidae and Pristigasteridae. *FAO Fisheries Synopsis*, 125-303.
- ZAR, J.H. 2010 Biostatistical analysis. 5th Ed. New Jersey: *Prentice Hall*. 944p.
- ZEMBRUSCKI, S.G. 1979. Geomorfologia da margem continental sul brasileira e das bacias adjacentes. *In*: CHAVES, H.A.F. (eds.). Geomorfologia da margem continental brasileira e das áreas adjacentes (Relatório Final). (Série Projeto REMAC). Rio de Janeiro: Petrobrás. *Cenpes. Dintep*. V.7. p.129-177.

CAPÍTULO 2
IDADE E CRESCIMENTO DA SARDINHA-CASCUDA,
***Harengula clupeola* (CUVIER, 1829) (CLUPEIFORMES: CLUPEIDAE) NA**
BACIA DO SUDESTE DO BRASIL

IDADE E CRESCIMENTO DA SARDINHA-CASCUDA, *Harengula clupeola* (CUVIER, 1829) (CLUPEIFORMES: CLUPEIDAE) NA BACIA DO SUDESTE DO BRASIL

RESUMO:

O presente estudo teve como objetivo estimar os parâmetros de crescimento de *Harengula clupeola* na bacia do Sudeste do Brasil, compreendendo sua estrutura etária na área. As análises foram realizadas através de dados de frequência de comprimento baseando-se nas amostras de comprimento, utilizando a rotina ELEFAN I. Foram coletados 1063 exemplares de *H. clupeola*, todos adultos, sendo capturados na bacia Sudeste do Brasil entre 23°S no Cabo Frio (RJ) e 29°S no Cabo de Santa Marta Grande (SC), entre janeiro de 2008 e março de 2010. Os comprimentos totais foram separados em 26 classes com a sua respectiva frequência de ocorrência em cada mês. Essas classes variaram de 65 a 190 mm, com diferença de 5 mm entre elas. As curvas de crescimento traçadas com os parâmetros do *Response surface*, estimaram $C_{\infty} = 193,8$ mm e $K = 1,01$ anos⁻¹, considerando três coortes. Os parâmetros estimados pelo método foram plotados na equação de crescimento de von Bertalanffy, obtendo uma curva de crescimento por idade. A estimativa do índice de performance de crescimento (ϕ) foi 4,58 e a longevidade foi estimada em 2,87 anos. Os resultados indicam que a espécie apresenta padrão de crescimento similar ao de *Sardinella brasiliensis*, com a qual ocorre associada em pescarias comerciais.

PALAVRAS-CHAVE: Métodos indiretos, frequência de comprimento, crescimento e ELEFAN I.

Abstract

The present study aimed to estimate the growth parameters of *Harengula clupeola* in Brazilian southeastern basin, comprising its age structure in the area. Analyses were performed using length frequency data based on samples of length, using the routine ELEFAN I. 1063 specimens of *H. clupeola* were collected, all adults, being captured in southeastern Brazil Basin between 23 ° S in Cabo Frio (RJ) and 29 ° S at Cape Santa Marta Grande (SC), between January 2008 and March 2010. The total lengths were divided into 26 classes with their respective frequency of occurrence in each month. These classes ranged from 65 to 190 mm, with 5 mm between them. Growth curves plotted with the parameters of the Response surface, estimated $C_{\infty} = 193,8$ mm e $K = 1,01$ years⁻¹, considering three cohorts. The parameters estimated by the method were plotted on the von Bertalanffy growth equation, obtaining a growth curve by age. The estimated growth performance rate (ϕ) was 4.58 and longevity was estimated 2.87 years. The results indicate that the species has a growth pattern similar to that of *Sardinella brasiliensis*, which is associated in commercial fisheries.

Keyword: Indirect methods, length frequency, growth and ELEFAN I.

2.1 INTRODUÇÃO

Nos estudos ecológicos e pesqueiros, é fundamental obter informações sobre como os organismos crescem (HADDON, 2001), sendo o processo de crescimento específico para cada espécie de peixe e para suas populações, (NIKOLSKY, 1963; 1969). Para estudar o crescimento foram desenvolvidos vários métodos numéricos que permitem a conversão de dados de frequência de comprimento em composição por idades ou coortes (SPARRE E VENEMA, 1998), como o método de Petersen (PETERSEN, 1892), a análise de progressão modal (APM) (GEORGE e BANERJI, 1964) e o método computacional ELEFAN I (PAULY e DAVID, 1981).

Assim, dados de frequência de comprimento servem como alternativa para estimar os parâmetros de crescimento em peixes, que são estimativas de importância fundamental para o entendimento de eventos do ciclo de vida e para compreensão da estrutura etária de uma população (CARMASSI *et al.*, 2011). Os parâmetros de crescimento são valores pelos quais se pode estimar o tamanho do corpo de um peixe quando ele atinge certa idade (SPARRE E VENEMA, 1998).

O programa FISAT (*FAO-ICLARM STOCK ASSESSMENT TOOLS*), desenvolvido por pesquisadores da FAO-ICLARM (*Food and Agriculture Organization of the United Nations - Fisheries Dept. Marine Resources Service e International Center for Living Aquatic Resources Management*) (GAYANILO *et al.*, 1994), tem sido utilizado para a análise de dados de comprimento. Este programa inclui rotinas desenvolvidas para a análise da distribuição de frequências de comprimento como o ELEFAN I (GAYANILO *et al.*, 2005).

O programa ELEFAN I tem sido amplamente utilizado para análise de distribuições de frequência por comprimento (KING, 2007), tendo sido introduzido por PAULY e DAVID (1981). Este método se fundamenta no deslocamento modal de sequências temporais de amostras de comprimento (CASTRO *et al.*, 2002). Quando se obtêm amostras sequenciais no tempo de comprimentos de peixes, os dados podem ser plotados em distribuições de

frequência de indivíduos por classes de comprimento; se ocorrerem desovas como eventos discretos, os gráficos apresentarão os grupos de tamanho ou classes diferentes, os quais apresentarão “picos” ou modas evidentes na distribuição (KING, 2007). Na rotina do ELEFAN I, a curva de crescimento que melhor se ajusta aos dados de frequência de comprimento é selecionada usando o valor do índice de ajuste (R_n) (SPARRE e VENEMA, 1998).

O presente estudo teve como objetivo estimar os parâmetros de crescimento de *Harengula clupeiola* na bacia do Sudeste do Brasil, compreendendo sua estrutura etária na área.

2.2 MATERIAL E MÉTODOS

Foram coletados 1063 exemplares de *Harengula clupeiola* com o uso de redes de cerco e de arrasto de meia água durante o Programa ECOSAR (“Prospecção e avaliação de biomassa do estoque de sardinha, na costa sudeste, por métodos hidroacústicos”), entre janeiro de 2008 e março de 2010. Eles foram capturados na bacia do Sudeste do Brasil entre o Cabo Frio (RJ) (22°S) e o Cabo de Santa Marta Grande (SC) (29°S), ao longo da plataforma continental interna (< 50 m).

Para a identificação de modas de crescimento relacionadas às classes etárias, utilizaram-se os dados de distribuição de frequência de comprimento total de *H. clupeiola*, dos meses de captura dos cruzeiros compondo um ano generalizado (janeiro, fevereiro, março, setembro, outubro e novembro). Foi utilizado o método não paramétrico disponível na rotina ELEFAN I análise de superfície de resposta (*response surface analysis*) do pacote computacional FISAT (GAYANILO *et al.*, 2005).

Em um primeiro momento, foi montada uma tabela com os dados no FISAT, sendo em seguida reestruturada e calculada pelo ELEFAN I, mostrando picos (positivos) e depressões (negativas) do conjunto de dados de comprimento total que foram explorados. Na reestruturação dos dados, foi

calculada a média de 5 em 5 classes de comprimento, acentuando os picos e as depressões (GAYANILO e PAULY, 1997). Como no ELEFAN I, o parâmetro t_0 (idade teórica de comprimento) não é estimado, para traçar a curva de crescimento no programa foi necessário fornecer as coordenadas de um ponto, através do qual a curva pode passar. Esta coordenada consiste de SS (*start sample* - amostra inicial) e de SL (*start length* - comprimento inicial”).

Na análise de superfície de resposta foi fornecido um intervalo de valores para os parâmetros C_∞ e K em uma matriz quadrada de ordem onze, com os valores de R_n , na qual os 10 melhores valores foram destacados (vermelho) para a seleção da melhor combinação dos parâmetros de crescimento (GAYANILO e PAULY, 1997).

As médias das modas com a mesma idade relativa foram ajustadas à expressão de Von Bertalanffy (1938):

$$C_t = C_\infty [1 - e^{-K(t-t_0)}],$$

sendo: C_∞ = comprimento máximo teórico, K = constante de crescimento (coeficiente que representa a velocidade que o comprimento do peixe se aproxima do comprimento máximo teórico) e t_0 = idade teórica de comprimento zero. O valor da idade teórica de comprimento zero (t_0) foi estimado com fórmula empírica de PAULY (1979):

$$\log(-t_0) = -0,3922 - 0,2752 \cdot \log C_\infty - 1,038 \cdot \log K$$

onde C_∞ e K são os parâmetros de crescimento do modelo de von Bertalanffy.

Para comparar as estimações de crescimento entre os métodos, foi utilizado o índice de performance de crescimento (ϕ) (PAULY e MUNRO, 1984). O índice foi estimado a partir da fórmula:

$$\phi = \log(K) + 2 \log(C_\infty).$$

A longevidade, tempo que o indivíduo leva para alcançar 95% do comprimento máximo teórico, foi estimada com a fórmula de TAYLOR (1960):

$$A_{0,95} = t_0 + (2,996/K).$$

2.3 RESULTADOS

Os comprimentos totais (65 a 190 mm) foram separados em vinte e seis classes de comprimento, com a sua respectiva frequência de ocorrência em cada mês, para a análise no FISAT. A distribuição de frequência apresentou maior abundância no intervalo de 140 - 165 mm, com 66,32% da amostra, o mês de março teve a maior captura de *H. clupeiola* do período estudado (28,03%) e a classe de comprimento de 155 mm foi a mais abundante em termos numéricos (13,36%) (Figura 2.1).

A distribuição de frequência reestruturada das classes de comprimento por mês da sardinha-cascuda, com as curvas de crescimento considerando quatro coortes constam da Figura 2.2. Elas foram traçadas com os parâmetros $C_{\infty} = 193,8$ mm e $K = 1,01$ anos⁻¹ ($R_n = 0,221$), a partir do qual foi construída a curva de crescimento (Figura 2.3). O valor de t_0 foi -0,094; a longevidade foi estimada em 2,87 anos e a estimativa do índice de performance de crescimento (ϕ) foi igual a 4,6.

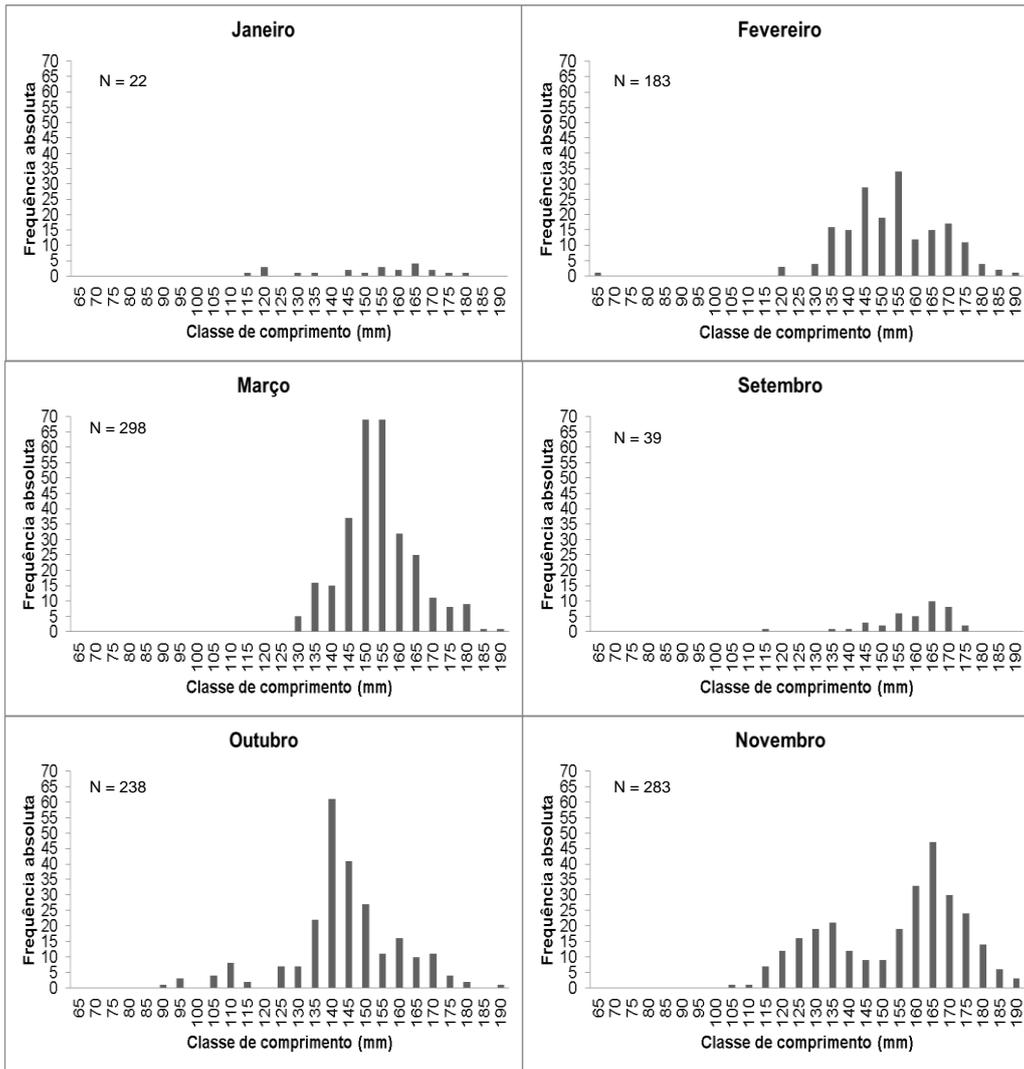


Fig.2.1- *Harengula clupeola*: distribuição das classes de comprimento total (Ct) em frequências absolutas por mês.

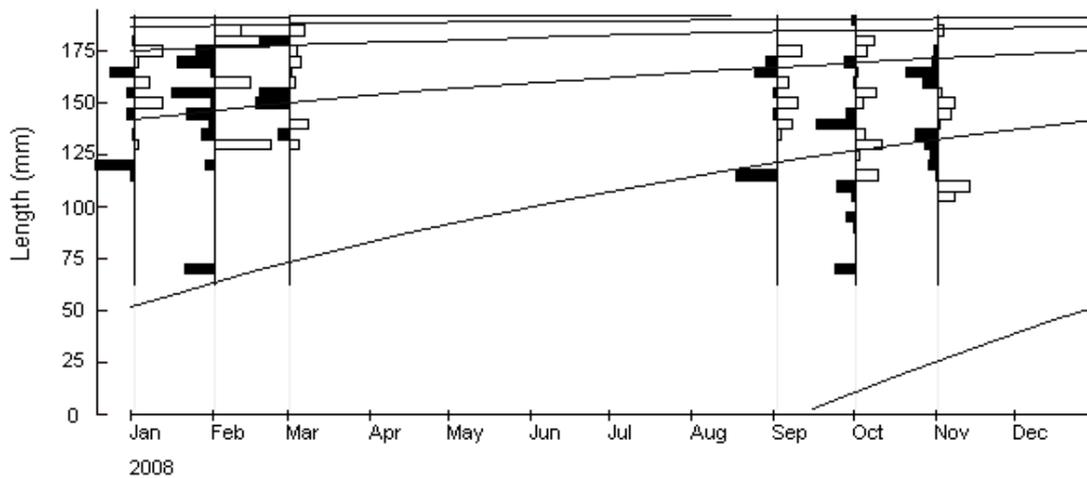


Figura 2.2 – *Harengula clupeola*: curvas sobrepostas sobre as distribuições de frequência de indivíduos por classes de comprimento obtidas através da análise de superfície de resposta.

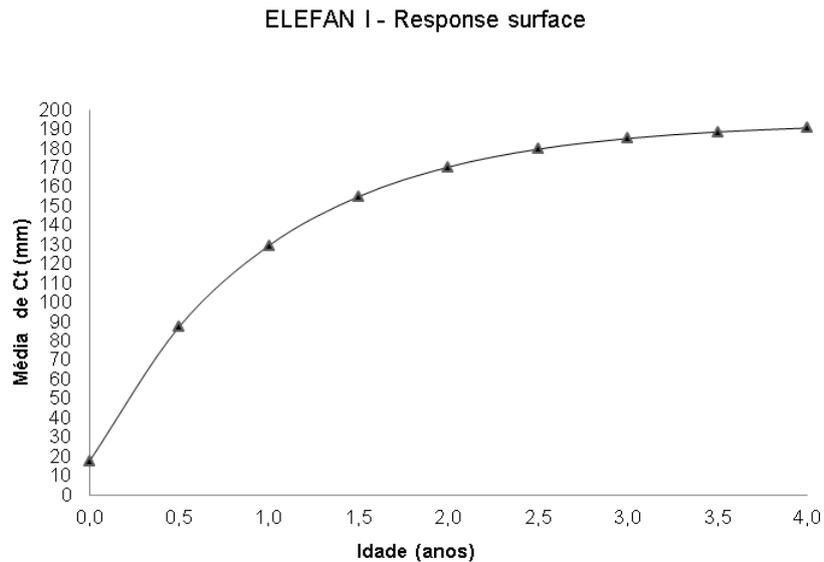


Figura 2.3 – *Harengula clupeola*: curva de crescimento de von Bertalanffy ajustada pelo método de análise de superfície de resposta da rotina ELEFAN I.

2.4 DISCUSSÃO

Em termos metodológicos, o programa ELEFAN I é visto como o mais objetivo entre a maioria dos métodos, apesar de ainda haver alguma subjetividade na interpretação dos resultados a partir de dados complexos, em termos de estrutura de comprimentos e sua variabilidade ao longo do tempo (KING, 2007).

No presente estudo, as estimativas obtidas para *H. clupeola* foram $C_{\infty} = 193,8$ mm e $K = 1,01$ ano⁻¹. HUBOLD e MAZZETTI (1982), trabalharam com crescimento de *Harengula jaguana* na Baía de Guanabara (RJ), porém OPITZ (1996), com os mesmos exemplares, verificou que a espécie não era *H. jaguana* e sim *H. clupeola* e *H. humeralis* misturadas. Nesse caso as estimativas obtidas de *H. clupeola* foram $C_{\infty} = 180$ mm e $K = 0,627$ ano⁻¹, indicando um crescimento mais lento que o aqui observado. Na Venezuela, as estimativas de crescimento da sardinha-cascuda obtidas por POSADA (1999)

foram $C_{\infty} = 159$ mm e $K = 0,69$ anos⁻¹. Estas variações são intrínsecas às populações, áreas e épocas estudadas.

Peixes pelágicos possuem um valor de K maior que peixes demersais, assim como peixes menores em relação a peixes maiores e com o mesmo nível de atividade (SPARRE e VENEMA, 1998). Nessas espécies, o desenvolvimento e crescimento rápidos, o alto valor de K combina com um valor proporcionalmente menor de C_{∞} , característicos de pequenos pelágicos que tendem a ser r-estrategistas (SPARRE e VENEMA, 1998; BELLUCCO *et al.*, 2004). As estimativas de C_{∞} e K são consistentes com as características dos clupeídeos, peixes pequenos, de crescimento rápido e vida curta.

Em outros exemplos de pequenos pelágicos que seguem este mesmo padrão de crescimento podemos citar a sardinha-verdadeira (*Sardinella brasiliensis*) e o xixarro (*Trachurus lathami*) (CERGOLE *et al.*, 2005). Entretanto, estas espécies, por possuírem hábito mais oceânico, apresentam taxas de crescimento menores e uma longevidade maior. A sardinha-cascuda, por apresentar um ciclo de vida mais curto, apresenta taxas de crescimento maiores, sendo esta uma tendência destas espécies. Lessa *et al.* (2008) através da análise da microestrutura dos otólitos, verificaram que a sardinha-laje (*Opisthonema oglinum*) apresentava um ciclo de vida curto, com altas taxas de crescimento.

Para comparar estas espécies com *H. clupeola*, podemos utilizar o índice de performance de crescimento com os valores obtidos a partir de parâmetros de crescimento constantes em CERGOLE *et al.* (2005). Não consideraremos LESSA *et al.* (2008) por trata-se de análise microestrutural. Desta forma, temos 4,5 para *S. brasiliensis* e 4,0 para *T. lathami*. Nota-se que os valores das sardinhas cascuda e verdadeira foram praticamente iguais, pois estes valores geralmente são próximos para as espécies filogeneticamente relacionadas (GAYANILLO *et al.*, 1997) e que apresentam padrões do ciclo de vida semelhantes.

2.5 CONCLUSÃO

A sardinha-cascuda, *Harengula clupeola*, é uma espécie de crescimento rápido ($K = 1,01$ anos), vivendo cerca de três anos e atingindo cerca de 193,8 mm (C_{∞}). O recrutamento está relacionado ao final do inverno e início da primavera, mas a ausência de indivíduos pequenos nas amostras torna esta estimativa imprecisa. Os resultados indicam que a espécie apresenta padrão de crescimento similar ao de *Sardinella brasiliensis*, com a qual ocorre associada em pescarias comerciais.

2.6 REFERÊNCIAS BIBLIOGRÁFICAS

- BELLUCCO, A., HARA, A., ALMEIDA, E. M., ROSSI-WONGTSCHOWSKI, C. L. D. B. 2004 Growth parameters estimates of *Maurolicus stehmanni* Parin e Kobylansky, 1996 (Teleostei, Sternoptichydae) from south and southeastern brazilian waters. IO – USP. Brazilian Journal of Oceanography, 52(3/4):195 -205.
- CARMASSI, A. L., RONDINELI, G. R., GOMIERO, L. M., BRAGA, F. M. D. S. 2011 Growth and mortality of *Oligosarcus hepsetus* (Cuvier, 1829) (Characiformes, Characidae) in Serra do Mar State Park, Santa Virgínia Unit, São Paulo, Brazil. Biota Neotropica, 11(2), 39-43.
- CASTRO, P. M. G., CERGOLE, M. C., CARNEIRO, M. H., MUCINHATO, C. M. T., SERVO, G. J. M. 2002 Crescimento, mortalidade e taxa de exploração do goete, *Cynoscion jamaicensis* (Perciformes: Sciaenidae), na região sudeste/sul do Brasil. Boletim do Instituto de Pesca, São Paulo, 28(2): 141 – 153pp.
- CERGOLE, M. C., ÁVILA-DA-SILVA, A. O., ROSSI-WONGTSCHOWSKI, C. L. D. B. 2005 Análise das principais pescarias comerciais da região Sudeste-Sul do Brasil: Dinâmica populacional das espécies em exploração. Série Documentos REVIZEE-Score Sul, São Paulo. IO – USP. 176pp.

- GAYANILO Jr, F.C.; P. SPARRE & D. PAULY. 1994. The FAO-ICLARM Stock Assessment Tools (FISAT) User's Guide. Roma, FAO Computerized Information Series (Fisheries) 7, 124p.
- GAYANILO JR., F.C. & PAULY, D. 1997. FAO-ICLARM Stock Assessment Tools (FISAT) Reference manual. FAO Computerized Information Series (Fisheries) 8: 262p
- GAYANILO, F. C., SPARRE, P., PAULY, D. 2005 FAO-ICLARM stock assessment tools II: User's guide. Worldfish Center. 168p.
- GEORGE, K. e BANERJI, S. K. 1964 Age and growth studies on the Indian mackerel *Rastrellinger kanagurta* (Cuvier) with special reference to length-frequency data collected at Cochin. *Indian j. fish.* 11: 621-638.
- HADDON, M. 2001 Modelling and quantitative methods in fisheries.. Boca Raton: Chapman & Hall. 1: 406p.
- HUBOLD, G.; MAZZETTI, M. V. 1982 Growth, Morphometry, and Aspects of Life-History of the Scaled Sardine *Harengula jaguana* Poey, 1865 in the Guanabara Bay (Brazil). *Meeresforschung*, v. 2, p. 80-88.
- KING, M. 2007 Fisheries biology, assessment and management. Oxford: Blackwell. 2: 382p.
- LESSA, R.; DUARTE-NETO, P.; MORIZE, E.; MACIEL, R. 2008 Otolith microstructure analysis with OTC validation confirms age overestimation in Atlantic thread herring *Opisthonema oglinum* from north-eastern Brazil. *Journal of Fish Biology*, 73(7), 1690–1700. doi:10.1111/j.1095-8649.2008.02043.x
- NIKOLSKY, G. V. 1963 The ecology of fishes. Academy press – London and New York. 352 p.
- NIKOLSKY, G. V. 1969 Theory of fish population dynamics as biological background for rational exploitation and management of fisheries resources. Oliver and Boyd, Edinburgh. 323p.
- OPITZ, S. 1996 Trophic interactions in Caribbean coral reefs ICLARM Tech. Rep. 43, 341 p.
- PAULY, D. 1979 Gill size and temperature as governing factors in fish growth: a generalization of von Bertalanffy's growth formula. *Ber. Inst. Meeresk. Univ. Kiel.*,63:156 p.

- PAULY, D. e MUNRO, J. L. 1984 Once more on the comparison of growth in fish and invertebrates. *Fishbyte*, 2.
- PAULY, D., e DAVID, N. 1981 ELEFAN I, a BASIC program for the objective extraction of growth parameters from length-frequency data. *Meeresforschung*, 28(4), 205-211.
- PETERSEN, C. G. J. 1892 Fiskensbiologiske Forhold; Holboek Fjord, 1890-91. *Beret. Dan. Bioi. Stn.*, pp. 121-183.
- POSADA, J. M. 1999 Population dynamics of *Harengula humeralis* and *Harengula clupeiola* Pisces Clupeidae in the Archipiélago de los Roques National Park Venezuela. *Gulf and Caribbean Fisheries Institute*, 45: 128-145.
- SPARRE, P. E VENEMA, S. C. 1998 Introduction to tropical fish stock assessment. Part 1. Manual. **FAO Fisheries Technical Paper**, Rome, 306 (1), rev. 2: 407p.
- TAYLOR, C.C. 1960. Temperature, growth and mortality. The Pacific Cockle. *J. du Conseil* 26: 117-124.
- VON BERTALANFFY, L. 1938 A quantitative theory of organic growth (inquiries on growth laws. II). *Human biology*, 10(2), 181-213pp.

CONSIDERAÇÕES FINAIS

Os resultados presente estudo aportaram novas informações sobre a biologia de *Harengula clupeiola* na bacia do Sudeste do Brasil.

A espécie ocupa principalmente a plataforma continental interna e águas costeiras. Nos cardumes, fêmeas predominam a partir de 170 mm, decorrência da estrutura em tamanho diferenciada, com fêmeas maiores.

A variação do fator de condição relativo sugere que as desovas ocorrem principalmente no verão, apesar do recrutamento ter sido identificado no final do inverno, demandando estudos mais detalhados sobre o tema.

Na análise do crescimento, o crescimento relativo foi homogêneo na fase adulta, identificado na análise de otólitos. Na análise de modas, verificou-se que a sardinha-cascuda apresenta crescimento rápido ($K = 1,01$ anos), vivendo cerca de três anos.

O intervalo de tempo entre as amostragens realizadas limitou o grau de detalhamento dos resultados sobre o ciclo de vida da espécie. Considera-se fundamental que em novos estudos sejam realizadas amostragens mensais durante ao menos um ciclo, com coletas e análises de otólitos, gônadas e estômagos, para melhor precisar os elementos da dinâmica populacional de *Harengula clupeiola*.