

**Universidade do Algarve**

**Faculdade de Ciências e Tecnologia**

**Mestrado em Biologia Marinha**

**Dissertação**

Ecologia alimentar, idade e crescimento, relações morfométricas e aspetos reprodutivos de *Sardinella aurita* (Valenciennes, 1847) e *Sardinella maderensis* Lowe (1838) na Costa Sul de Angola (Namibe)



**Domingas Perpétua André Quiatuhanga**

**Universidade do Algarve**  
**Faculdade de Ciências e Tecnologia**  
**Mestrado em Biologia Marinha**

**Dissertação**

Ecologia alimentar, idade e crescimento, relações morfométricas e aspetos reprodutivos de *Sardinella aurita* (Valenciennes, 1847) e *Sardinella maderensis* Lowe (1838) na Costa Sul de Angola (Namibe)

**Domingas Perpétua André Quiatuhanga**

Dissertação apresentada à Faculdade de Ciências e Tecnologia da Universidade do Algarve para obtenção do grau de Mestre em Biologia Marinha

**Orientador:** Doutora Maria Alexandra Teodósio, Professora Associada Com Agregação da Faculdade de Ciências e Tecnologias, da Universidade do Algarve

**Co-Orientador:** Doutor Francisco Leitão, Centro de Ciências do Mar (CCMAR), da Universidade do Algarve



Créditos da imagem da capa: D. Quiatuhanga (*Sardinella aurita* vs *Sardinella maderensis*).

“Declaração de autoria do trabalho”

O conteúdo deste trabalho é da exclusiva responsabilidade da autora

---

(Domingas P. A. Quiatuhanga) Faro, 2015

“A Universidade do Algarve tem o direito, perpétuo e sem limites geográficos, de arquivar e publicar este trabalho através de exemplares impressos reproduzidos em papel ou de forma digital, ou por qualquer outro meio conhecido ou que venha a ser inventado, de o divulgar através de repositórios científicos e de admitir a sua cópia e distribuição com objetivos educacionais ou de investigação, não comerciais, desde que seja dado crédito ao autor e editor.”

"Faça o que puder, com o que tiver, onde estiver"

(Theodore Roosevelt)

“ A sabedoria não está na convicção do quanto sabemos, mas na consciência do quanto não sabemos. Só não enxerga sua pequenez os que nunca transformaram informações em experiências.”

(Augusto Cury)

## **Agradecimentos**

Em primeiro lugar tenho de agradecer à Deus por me ter dado o sopro de vida, por nunca me ter desamparado e permitir que tudo se consumasse.

Ao Ministério das Pescas por me ter contemplado com a bolsa de estudos, especialmente à Dona Joana “Mamy”, ao Senhor Moisés e ao Dr Assis, por tudo quanto fizeram ao longo destes dois anos.

À minha orientadora Prof. Dra Maria Alexandra Teodósio, por ter aceitado orientar esta tese, por me ter acolhido no seu gabinete, pelos ensinamentos, pela paciência e disponibilidade em ajudar.

Ao meu orientador Dr Francisco Leitão, pela grande ajuda, disponibilidade e apoio na realização deste trabalho.

Ao Centro de Investigação Pesqueira do Namibe (CIP), pelos dados e por me terem acolhido durante a realização desta tese, especialmente à Joana Pinheiro pela grande ajuda prestada nas amostragens biológicas, ao Eng. Pedro Tchupalanga pela cedência de espaço e materiais, e ao José Amaro pelo encorajamento e disponibilidade em ajudar sempre que precisei. À Fiscalização de Pescas do Namibe, pela cedência de dados.

Ao departamento do Curso de Biologia Marinha da Escola Superior Politécnica do Namibe, particularmente à Professora Antónia Napavele, por ter colocado todo material necessário à nossa disposição, e ao Gabriel Tchivelequete pelas ajudas.

À direção da empresa Sicopal Shopping, pela hospitalidade, cedência de espaço e disponibilidade de matéria-prima para as amostragens biológicas, na pessoa do Senhor Paulo, Nelson Lisboa e João Paulo.

Ao Pedro Monteiro e ao João, pelo esclarecimento das minhas mais diversas dúvidas que foram surgindo durante a leitura de otilitos.

Aos colegas do Curso de Biologia, em especial ao grande amigo e companheiro Vitor Mendes “VS Nhalila” pela amizade, e pela ajuda e amparo no início do percurso em Faro. À minha família espanhola, Claudia, Natália, Soffiss, Laura e Piter, pela amizade, carinho com que me

acolheram, e pelos bons momentos vividos em Faro.

Ao pessoal do laboratório, Marília, Cassia, Katerine e Marco, pela simpatia, amizade e ajuda demonstrada.

Ao casal Malheiro “Mamy e Papy” pelos sábios conselhos e disponibilidade em ajudar sempre que precisei.

Aos meus companheiros de luta, Zeca, Alceu, Erídsón, Tchimala, Ribeiro, Boas, Romualdo, Panguila, Mirien, Suzana, Canga, Eunice e Emanuel, por todo apoio prestado. Aos meus grandes amigos Alberto Lourenço, Fábio Condo e Loureno pela ajuda incondicional e incentivos constantes.

À Judith Tchivela, Odília Bunga, Ruth Garcia, Aida Samba, Rosa Lucusso, Adalziza Capitia, tia Vivi, ao António Tchinguendelei e Nito Kapunda, pela amizade e apoio prestado.

À toda minha família que contribuiu para a minha formação, em especial às minhas companheiras e conselheiras Valdimira Kamanda e Maria Morena, à Janeth, ao papy “tropa de Xok”, ao Jack e à querida avó pelas palavras de incentivo.

Ao meu irmão, Nelson Francisco Baão! Não há palavras para descrever o que nos une... foram 6 anos de batalha, de luta, de amizade, confiança, lealdade, comanherismo, compreensão e boa disposição. Obrigado pela ajuda incondicional, apoio moral, material e psicológico... obrigado pelas risadas, pela paciência e por me teres aturado. Confesso que aprendi mais contigo que comigo. Obrigado por tudo.

À minha querida irmã Dulce Náira André Quiatuhanga pela força, encorajamento, apoio e energia positiva que sempre me transmitiu.

Finalmente às pessoas mais importantes da minha vida, os meus pais, porque lhes devo bem mais do que a minha existência... Principalmente à minha mãe, pelo apoio incondicional, paciência, compreensão, força e encorajamento.

O medo é imenso de não citar pessoas que são muito queridas e contribuíram para que este trabalho se tornasse realidade. Minhas sinceras desculpas e profundo agradecimento.

Oh! E às sardinelas, as minhas primogénitas! O que seria de mim sem elas...

## Resumo

As espécies *Sardinella aurita* e *Sardinella maderensis* constituem um importante recurso pesqueiro em muitas regiões do mundo. Em Angola, as duas espécies integram os maiores desembarques pelágicos. Considerando a escassez de informação sobre a biologia destas espécies no país, o presente trabalho visa abordar alguns aspetos da sua biologia, nomeadamente, ecologia alimentar, idade e crescimento, estimação de relações morfométricas e aspetos da atividade reprodutiva. As amostragens foram realizadas durante o período de Janeiro a Abril de 2015, provenientes de pescarias comerciais que utilizam a arte de cerco na costa Sul de Angola. A descrição da dieta foi feita pela análise de conteúdos estomacais através de métodos qualitativos e quantitativos, e a estratégia alimentar através do índice de Costello. Os parâmetros de crescimento de von Bertalanffy foram estimados através de métodos diretos, utilizando os otólitos *Sagittae* inteiros, e de método indireto pela análise de frequência de comprimento, através da rotina ELEFAN do programa LFDA. As relações morfométricas foram estimadas através de análises de regressão linear pelos métodos dos mínimos quadrados. Os aspetos reprodutivos foram descritos pela análise macroscópica dos ovários e testículos. As duas espécies mostraram uma dieta similar, ambas com estratégia alimentar generalista, alimentando-se principalmente de Zooplâncton (copépodes) seguido de Fitoplâncton. Através do método direto, o modelo revelou diferenças ténues nos coeficientes de crescimento entre machos e fêmeas de ambas espécies. Para os sexos combinados, os parâmetros de crescimento de von Bertalanffy encontrados foram:  $L_{\infty}=36$  cm,  $K=0.38$ , e  $t_0=0.51$  e  $L_{\infty}=36$  cm,  $K=0.14$  e  $t_0=-10.67$  para *Sardinella aurita* e *Sardinella maderensis* respetivamente. As morfometrias estimadas mostraram correlações significativas entre o comprimento à furca (CF) e o comprimento padrão (CP), e alometria positiva entre a altura do corpo (AC) contra o comprimento total (CT). Os exemplares de *Sardinella aurita* atingem o comprimento médio de primeira maturação sexual ( $L_{m50}$ ) aos 24.6 cm, com desova em Março, já os de *Sardinella maderensis* estão sexualmente maduros aos 29.38 cm, tendo a desova ocorrido em Janeiro. Ambas espécies mostraram alguns hábitos comuns, especialmente na sua dieta.

Palavras – chaves; *Sardinella aurita*, *Sardinella maderensis*, dieta, idade e crescimento, otólitos, reprodução e morfometrias.

## Abstract

*Sardinella aurita* and *Sardinella maderensis* are important fisheries resource in many parts of the world. In Angola, the two species are part of the largest pelagic landings. Considering the lack of information on their biology in the country, the present work aims to address some aspects of their biology, namely, feeding ecology, age and growth, estimation of morphometric relationships and reproductive aspects. The samplings were carried out during the period from January to April, 2015, from commercial fisheries that use purse seine as a fishing gear on the southern coast of Angola. The description of the diet was made by examining stomach contents through qualitative methods ("Q" and "IIR") and quantitative methods ("% Pn", "% Pp", and "% Fo"), and the food strategy was made through the index of Costello. The von Bertalanffy growth parameters were estimated using direct methods (using otoliths), and indirect methods by the distributions of length frequency analysis, through ELEFAN in LFDA. Morphometric relationships were estimated by linear regression analysis. The reproductive aspects were described by macroscopic examination of the ovaries and testicles. The two species showed a similar diet composition, both with generalist feeding strategy, feeding mostly on Zooplankton (copepods) followed by Phytoplankton. Through the direct method, for both species, the model revealed small differences in growth rates between males and females. Overall, the von Bertalanffy growth parameters found were:  $L_{\infty} = 36$  cm,  $K = 0.38$ , and  $t_0 = 0.51$  and  $L_{\infty} = 36$  cm,  $K = 0.14$  and  $t_0 = -10.67$ , for *Sardinella aurita* and *Sardinella maderensis* respectively. The estimated morphometric relationships showed significant correlations between furcal length (FL) and standard length (SL), and positive allometry between body height (BH) against the total length (TL). The individuals of *Sardinella aurita* reach the first maturation mean length ( $L_{m50}$ ) of 24.6, with the spawning period in March, while those of *Sardinella maderensis* reach of 29.38, and the spawning was found to be in January. Both species showed common habits, specially in their feeding.

Key words: *Sardinella aurita*, *Sardinella maderensis*, diet, age and growth, otoliths, reproduction and morfometries.

## ÍNDICE GERAL

Agradecimentos .....	i
Resumo .....	iii
Abstract.....	iv
<b>1. Introdução</b> .....	1
1.1 Enquadramento biológico e pescaria das espécies <i>Sardinella aurita</i> e <i>Sardinella maderensis</i> .....	5
1.2. Avaliação das pescarias na Costa Sul de Angola.....	11
<b>2. Materiais e Métodos</b> .....	17
2.1. Área de estudo .....	17
2.2 Estratégia de Amostragem .....	18
2.3. Análise Laboratorial .....	18
2.4. Análise de dados .....	24
<b>3. Resultados</b> .....	33
3.1. Descrição das amostras .....	33
3.2. Composição da dieta das sardinelas.....	35
3.3. Idade e crescimento de <i>Sardinella aurita</i> e <i>Sardinella maderensis</i> da costa Sul de Angola.....	42
3.4. Relações Morfométricas .....	54
3.5. Aspectos da atividade reprodutiva das sardinelas na costa sul de Angola .....	62
<b>4. Discussão</b> .....	71
4.1 Ecologia Alimentar .....	71
4.2. Idade e Crescimento.....	76
4.3. Atividade Reprodutiva.....	83
<b>5. Considerações Finais</b> .....	87
<b>6. Referências Bibliográficas</b> .....	89
<b>7. Anexos</b>	

## ÍNDICE DE TABELAS

Tabela 2.1. Escala de maturação das gónadas para os atuns, sardinelas e carapaus adaptado do Instituto Nacional de Investigação Pesqueira (INIP). .....	23
Tabela 3.1. Composição da dieta de exemplares de <i>Sardinella aurita</i> expressa em percentagem em peso (%Pp), percentagem em número (%Pn), frequência de ocorrência (%Fo), coeficiente alimentar (Q) e índice de importância relativa (IIR) .....	37
Tabela 3.2. Classificação das presas encontradas nos estômagos de <i>Sardinella aurita</i> quanto à importância alimentar (Q). .....	38
Tabela 3.3. Composição da dieta de exemplares de <i>Sardinella maderensis</i> expressa em percentagem em peso (%Pp), percentagem em número (%Pn), frequência de ocorrência (%Fo), coeficiente alimentar (Q) e índice de importância relativa (IIR) .....	40
Tabela 3. 4. Classificação das presas encontradas nos estômagos de <i>Sardinella maderensis</i> quanto à importância alimentar (Q). .....	41
Tabela 3.5. Chave idade-comprimento obtida pela leitura de otólitos inteiros de <i>Sardinella aurita</i> para os sexos combinados. ....	44
Tabela 3.6. Chave idade - comprimento obtida pela leitura de otólitos inteiros de fêmeas de <i>Sardinella aurita</i> . ....	45
Tabela 3.7. Chave idade - comprimento obtida pela leitura de otólitos inteiros de machos de <i>Sardinella aurita</i> . ....	46
Tabela 3.8. Chave idade-comprimento obtida pela leitura de otólitos inteiros de <i>Sardinella maderensis</i> para os sexos combinados. ....	47
Tabela 3.9. Chave idade-comprimento obtida pela leitura de otólitos inteiros de machos de <i>Sardinella maderensis</i> . ....	48
Tabela 3.10. Chave idade-comprimento obtida pela leitura de otólitos inteiros de fêmeas de <i>Sardinella maderensis</i> . ....	48

Tabela 3.11. Comprimento médio (cm) à idade estimado para machos, fêmeas e sexos combinados dos indivíduos de <i>Sardinella aurita</i> e <i>Sardinella maderensis</i> provenientes de pescarias comerciais da costa sul de Angola. ....	49
Tabela 3.12. Parâmetros de crescimento de von Bertalanffy e respetivos desempenho de crescimento calculados com base no comprimento médio à idade dos indivíduos de <i>Sardinella aurita</i> e <i>Sardinella maderensis</i> capturados ao longo da costa Sul de Angola. ..	50
Tabela 3.13. Parâmetros do ajuste da curva logarítmica da relação peso-comprimento e fator de condição de exemplares de <i>Sardinella aurita</i> colhidos entre Janeiro e Abril de 2015 na costa sul de Angola. ....	56
Tabela 3.14. Correlações entre as variáveis CF, CP, AC, CC e DO contra CT de exemplares de <i>Sardinella aurita</i> obtidos através de modelos de regressão linear simples. 56	
Tabela 3.15. Parâmetros do ajuste da curva logarítmica da relação peso-comprimento e fator de condição de exemplares de <i>Sardinella maderensis</i> colhidos entre Janeiro e Abril de 2015 na costa sul de Angola. ....	59
Tabela 3.16. Correlações entre as variáveis CF, CP, AC, CC e DO contra CT de indivíduos de <i>Sardinella maderensis</i> obtidos através de modelos de regressão linear simples. ....	59
Tabela 3.17. Proporção sexual dos exemplares de <i>Sardinella aurita</i> colhidos entre Janeiro e Abril de 2015 na costa sul de Angola. ....	62
Tabela 3.18. Proporção sexual de exemplares de <i>Sardinella maderensis</i> colhidos entre Janeiro e Abril de 2015 na costa Sul de Angola. ....	63

## ÍNDICE DE FIGURAS

Figura 1.1 Mapa de distribuição mundial de <i>Sardinella aurita</i> . Fonte (www.aquamaps.org, versão de Agosto de 2013. Página consultada aos 18 Agosto de 2015).....	7
Figura 1.2 Mapa de distribuição mundial de <i>Sardinella maderensis</i> . Fonte (www.aquamaps.org, Agostos de 2013. Página consultada aos 18 de Agosto 2015).....	10
Figura 1.3. Regiões do BCLME mostrando os limites nortes e sul e a localização da Frente- Angola-Benguela. (Fonte: Projeto UNDP). .....	12
Figura 1.4. Média anual dos desembarques das 4 principais espécies de pequenos pelágicos desembarcados na costa sul de Angola. ....	13
Figura 1.5. Desembarques das sardinelas (em toneladas) na costa sul de Angola (média do período entre 2007-2014). .....	14
Figura 2.1. Localização geográfica da área de estudo e locais de captura dos exemplares. ....	17
Figura 2.2. Ilustração dos métodos de análise de zooplâncton (A), fitoplâncton (B) e montagem da câmara de Sedgewick (C). .....	20
Figura 2.3. Esquema de dois otólitos sagittae direito e esquerdo inteiros de <i>Sardinella aurita</i> (A) e de <i>Sardinella maderensis</i> (B) respetivamente. N: núcleo; R: rostrum; AR: anti-rostrum; D: face dorsal; V: face ventral. ....	21
Figura 3.1. Caracterização da amostra de <i>Sardinella aurita</i> pela distribuição de frequências de comprimentos (A) e pesos totais (B) de indivíduos capturados na costa sul de Angola entre Janeiro e Abril de 2015.....	33
Figura 3.2. Caracterização da amostra de <i>Sardinella maderensis</i> pela distribuição de frequências de comprimentos totais (A) e pesos totais (B) de indivíduos capturados na costa sul de Angola entre Janeiro e Abril de 2015. ....	34
Figura 3.3. Percentagem da intensidade alimentar de exemplares de <i>Sardinella aurita</i> .....	35

Figura 3.4. Distribuição dos grupos integrantes da dieta de <i>Sardinella aurita</i> expressos em percentagem numérica (%Pn), frequência de ocorrência (%Fo), percentagem em peso (Pp%), e índice de importância relativa (IIR).....	36
Figura 3.5. Percentagem da intensidade alimentar de exemplares de <i>Sardinella aurita</i> .....	38
Figura 3.6. Distribuição dos grupos integrantes da dieta de <i>Sardinella maderensis</i> expressos em percentagem numérica (%Pn), frequência de ocorrência (%Fo), percentagem em peso (Pp%), e índice de importância relativa (IIR). .....	39
Figura 3.7. Análise gráfica de Costello (adaptado de Costello (1990)) para os exemplares de <i>Sardinella aurita</i> ; 1-Copépodes; 2- Diatomáceas e dinoflagelados; 3- Ovos de clupeídeos; 4- Tintinídeos; 5- Larvas de bivalve; 6- Larvas de cirrípedes; 7- Platelmines; 8- Outros; 10- Eufasiáceos. ....	41
Figura 3.8. Análise gráfica de Costello (adaptado de Costello (1990)) para os exemplares de <i>Sardinella maderensis</i> (adaptado de Costello, 1990). 1- Copépodes; 2-Diatomáceas; 3- Dinoflagelados; 4- Ovos de clupeídeos; 5- Tintinídeos; 6- Larvas de cirrípedes; 7- Ciliados e Platelmines; 8 Larvas de bivalve; 9- Eufasiáceos; 10- Larvas de gastrópode.....	42
Figura 3.9. Curvas de crescimento de von Bertalanffy ajustadas aos comprimentos totais médios por idade para o total de machos (A), fêmeas (B) e sexos combinados (C) de <i>Sardinella aurita</i> da costa sul de Angola. ....	51
Figura 3.10. Curvas de crescimento de von Bertalanffy ajustadas aos comprimentos totais médios por idade, para o total de machos (A), fêmeas (B) e sexos combinados (C) de <i>Sardinella maderensis</i> da costa sul de Angola. ....	52
Figura 3.11. Curvas de crescimento ajustadas obtidas com base nos parâmetros de crescimento da equação de von Bertalanffy determinados através do programa LFDA para os exemplares de <i>Sardinella aurita</i> . ....	53
Figura 3.12. Curvas de crescimento ajustadas obtidas com base nos parâmetros de crescimento da equação de von Bertalanffy determinados através do programa LFDA para os exemplares de <i>Sardinella maderensis</i> .....	53

Figura 3.13. Relação peso (PT) – comprimento (CT) de machos (A), fêmeas (B) e sexos combinados (C) de exemplares de <i>Sardinella aurita</i> capturados ao longo da costa sul de Angola entre Janeiro e Abril de 2015.....	55
Figura 3.14. Valores médios ( $\pm$ erro padrão ) do fator de condição ( $K'$ ) calculados mensalmente para os exemplares de <i>Sardinella aurita</i> .....	56
Figura 3.15. Distribuição dos dados e regressão linear para as relações morfométricas dos exemplares de <i>Sardinella aurita</i> : Comprimento à furca (A), Comprimento padrão (B), Altura do corpo (C) Comprimento da cabeça (D) Diâmetro ocular (E) contra o comprimento total (CT).....	57
Figura 3.16. Relação peso (PT) - comprimento (CT) de machos (A), fêmeas (B) e sexos combinados (C) de exemplares de <i>Sardinella maderensis</i> capturados ao longo da costa sul de Angola entre Janeiro e Abril de 2015.....	58
Figura 3.17. Valores médios ( $\pm$ erro padrão) do fator de condição ( $K'$ ) calculados mensalmente para os exemplares de <i>Sardinella maderensis</i> .....	59
Figura 3.18. Distribuição dos dados e regressão linear para as relações morfométricas de exemplares de <i>Sardinella maderensis</i> : Comprimento à furca (A), Comprimento padrão (B), Altura do corpo (C) Comprimento da cabeça (D) Diâmetro ocular (E) contra o comprimento total (CT).....	61
Figura 3.19. Percentagem da roporção sexual mensal de exemplares de <i>Sardinella aurita</i> da costa sul de Angola para o período entre Janeiro e Abril de 2015.....	62
Figura 3.20. Percentagem da proporção sexual mensal de exemplares de <i>Sardinella maderensis</i> da costa sul de Angola para o período entre Janeiro e Abril de 2015.....	63
Figura 3.21. Variação mensal dos estados de maturação para fêmeas e machos de <i>Sardinella aurita</i> capturados ao longo da costa sul de Angola (entre Janeiro e Abril de 2015): (I) imaturos ; (II) virgem em desenvolvimento e em recuperação; (III) maturação antes da pré-desova; (IV) maturo pré-desova; (V) maturo em desova; (VI) pós-desova...	64

Figura 3.22. Variação mensal dos estados de maturação para fêmeas e machos de <i>Sardinella maderensis</i> capturados ao longo da costa sul de Angola (entre Janeiro e Abril de 2015): (I) imaturos ; (II) virgem em desenvolvimento e em recuperação; (III) maturação ante da pré-desova; (IV) maturo pré-desova; (V) maturo em desova; (VI) pós-desova. ....	65
Figura 3.23. Ogiva de maturação de fêmeas e machos maduros de <i>Sardinella aurita</i> da costa sul de Angola com base no comprimento total. ....	66
Figura 3.24. Ogiva de maturação de fêmeas e machos maduros de <i>Sardinella maderensis</i> da costa Sul de Angola com base no comprimento total. ....	66
Figura 3.25. Variação da média mensal do índice gonado - somático de fêmeas (A) e machos (B) de <i>Sardinella aurita</i> da costa Sul de Angola.....	67
Figura 3.26. Variação da média mensal do fator de condição (K') e do índice gonado-somático (IGS) para os exemplares de <i>Sardinella aurita</i> .....	68
Figura 3.27. Variação da média mensal do índice gonado-somático de fêmeas (B) e machos (A) de <i>Sardinella maderensis</i> da costa sul de Angola.....	68
Figura 3.28. Variação da média mensal do fator de condição (K') e do índice gonado-somático (IGS) de exemplares de <i>Sardinella maderensis</i> . ....	69

---

# 1. INTRODUÇÃO

## 1. Introdução

As ações de gestão de um recurso explorado depende fortemente de aspetos socioeconómicos e ambientais, que estão intrinsecamente ligados ao conhecimento de potenciais impactos biológicos e ecológicos sobre estes recursos. Os peixes exibem inegável importância ecológica na estrutura e funcionamento dos ecossistemas marinhos, e uma fundamental importância económica, principalmente por sua participação preponderante na produção pesqueira mundial. Desde os primórdios do século passado, a atividade de pesca é conhecida como uma potencial ameaça às populações de peixes, com severas implicações sobre a estrutura das suas comunidades e sobre as funções dos ecossistemas marinhos (Cury et al., 1995).

Devido aos avanços técnicos e tecnológicos resultantes da revolução industrial, a exploração pesqueira tem-se intensificado de tal modo que não são respeitadas a sua capacidade de recuperação biológica, provocando assim, uma redução pontual de importantes mananciais, o que tem grandes implicações sobre a estrutura das comunidades e sobre a manutenção da biodiversidade (Magro et al., 2006). Castello (2007) relata que apesar de todo esforço implementado no sentido de conservar os recursos, cerca de 75% dos recursos pesqueiros mundiais e mais de 50% dos recursos da Europa e América do Norte, encontram-se explorados ao máximo, sobre explorados ou colapsados.

Todavia, remonta desde a antiguidade o interesse por parte da comunidade científica no sentido de estudar a biologia de espécies com valor comercial, principalmente nas zonas tropicais e subtropicais, e sua relação com factores bióticos e abióticos do meio ambiente (Matsuura, 1981; Campana, 2001). Assim, a falta de dados populacionais e de informações sobre aspetos biológicos gerais das espécies pode ser um dos principais obstáculos para a aplicação de critérios de avaliação do estado de conservação de peixes marinhos.

O estudo da Biologia de peixes tornou-se bastante popular entre investigadores de diversas áreas científicas, que vão desde a ecologia, a ictiologia e a biologia pesqueira (Cailliet, 1977). Estas linhas de pesquisas podem complementar-se e revelam-se de fundamental importância, não só para a manutenção das populações de peixes, mas também por serem ferramenta essencial à compreensão das suas dinâmicas. Por outro lado, esses estudos são fundamentais à criação de estratégias de conservação e elaboração de planos de gestão, assegurando assim,

uma exploração adequada e sustentável das espécies enquanto recursos explorável, particularmente as espécies cujos mananciais encontram-se comprometidos Castello (2007).

Informações sobre a Idade e crescimento, ecologia alimentar e reprodução, estão dentre as mais importantes variáveis biológicas estudadas, formando a base para o conhecimento da estrutura das populações, para o cálculo das taxas de crescimentos e de mortalidade, produtividade (Campana, 2001), para o conhecimento da dieta e interações tróficas, e para a compreensão da dinâmica reprodutiva (Ikeda, 2003). Para a avaliação de um manancial são necessárias, além das informações anteriormente mencionadas, informações sobre as variações morfológicas entre indivíduos de diferentes populações e/ou dentro de uma mesma população, em escalas espaciais e temporais.

O estudo sobre a Biologia pesqueira tem sido aplicado principalmente aos pequenos pelágicos pela sua particular importância ecológica nos ecossistemas marinhos, devido a sua biomassa significativa nos níveis intermédios da teia trófica (Cury et al., 2000), e pela sua vulnerabilidade à pressão de pesca (Bakun 1996; Cury et al., 2000; Palomera et al., 2007).

O estudo da ecologia alimentar de uma espécie é a abordagem chave para compreensão de aspetos básicos da sua biologia e ecologia. Estes estudos tem sido frequentemente aplicados como ferramenta essencial em ecologia trófica, para a compreensão das relações tróficas que se estabelecem no meio (Pauly et al., 2000) e na determinação de fatores intrínsecos que controlam a distribuição, abundância e funções das espécies nos ecossistemas (Post et al., 2000). São também frequentemente aplicados em Biologia Pesqueira, uma vez que, permitem o acesso a áreas de maior produtividade e concentração de recursos, conhecer as épocas de reprodução, adaptação, variações no recrutamento e padrões de crescimento, o que na prática reflete o rendimento das capturas (Degnbold, 1992; Matsuura, 1996).

O conhecimento da dieta de peixes figura-se como uma abordagem consistente na avaliação dos processos interativos das comunidades aquáticas (Winemiller, 1989) do qual o espectro alimentar pode ser influenciado tanto pelas condições ambientais como pela biologia de cada espécie (Abelha et al., 2001). Este tipo de análise reflete ainda não apenas a oferta do alimento disponível no ambiente, mas também a escolha do alimento mais apropriado às necessidades nutricionais dos peixes (Zavala-Camin, 1996).

A maioria dos teleósteos apresenta uma grande flexibilidade alimentar (Abelha et al., 2001). Contudo, é raro um peixe estar especializado só a um tipo de presa ao longo do seu ciclo de

---

vida, porém, apresentam características ontogênicas distintas quanto ao seu hábito alimentar. Assim, uma espécie piscívora quando adulta poderá ter sido planctívora no seu estado larval e juvenil. Por esta variável, a classificação dos peixes em grupos funcionais baseados no seu comportamento alimentar (Generalistas, especialistas ou oportunistas), tem sido posta em causa por alguns investigadores (Gerking, 1994). Estas classificações apenas podem ter uma validade temporal devido, principalmente, à adaptabilidade trófica de uma espécie, que pode ser considerada como especialista numa época do ano e generalista noutra (Gerking, 1994). Segundo Brewer & Warburton (1992), a preferência alimentar dos predadores é bastante complexa, e pode ser influenciada sobretudo por fatores como: acessibilidade e mobilidade das presas, abundância e seleção do tamanho das presas e variações sazonais.

É comum descrever os hábitos alimentares dos peixes através da identificação e quantificação dos organismos encontrados no estômago do predador. O estudo da dieta através da análise do conteúdo estomacal é uma ferramenta largamente utilizada, pois é a única maneira de conhecer os hábitos alimentares de um predador, quando o centro de interesse são as presas (Zacharia & Abdurahiman, 2004). Adicionalmente, a qualidade e quantidade de alimento estão entre os mais importantes fatores que diretamente afetam o crescimento, e indiretamente, a maturação e mortalidade de peixes (Wootton, 1990). Essas análises tem sido apoiada por uma vasta gama de métodos qualitativos e quantitativo (Zacharia & Abdurahiman, 2004). A preferência do método estará dependente dos objetivos que se pretendam alcançar, mas sempre que possível, é sugerível a utilização simultânea de diversos métodos.

A estimativa da idade é uma ferramenta de fundamental importância em biologia pesqueira, pois, constitui uma base sólida para a determinação das taxas de crescimento (componente chave nos modelos matemático que permite avaliar o estado de exploração de um recurso), taxas de mortalidade, conhecimento dos padrões de migração e utilização do habitat (Campana, 2001), ou seja, de um modo geral, fornece informações valiosas sobre às características dos peixes de modo individual e sobre a estrutura da população (Michael et al., 2007). Por exemplo, mediante a estimação da idade dos peixes é possível estruturar por idade, a composição das capturas comerciais e a demografia de populações exploradas.

Em peixes ósseos, a idade pode ser determinada através de métodos diretos baseados na observação e interpretação de marcas de crescimento registadas em estruturas duras (escamas, vértebras, espinhos e otólitos) e métodos indiretos através da distribuição de frequências de

---

comprimentos, do qual se pode obter o comprimento médio de cada grupo de idade (Castanet et al., 1992).

Os métodos convencionais de determinação de idade são geralmente baseados na observação de incrementos em otólitos, por oferecerem maior precisão, e por serem as melhores estruturas capazes de registar consistentemente os inúmeros eventos responsáveis pelas variações nas taxas de crescimento (Campana, 2001), além de apresentarem várias vantagens de manuseamento e facilidade de observação dos anéis de crescimento periódicos.

Os otólitos são peças calcificadas localizadas em ambos os lados da cabeça dos peixes ósseos, sendo responsáveis pelo equilíbrio e audição dos peixes e crescem a medida que os peixes crescem (Campana & Neilson, 1985). Os teleósteos apresentam três pares de otólitos: *lapilli*, *asteriscii* e *sagittae*, localizados em três epitélios denominados *utriculus*, *lagena* e *sacculus* respectivamente (Secor et al., 1991). Estes diferem na estrutura, função, forma, tamanho e ultra-estrutura. Uma regra geral na determinação da idade é a utilização do otólito *sagittae*, por ser maior e portanto mais fácil de observar (Lai et al., 1996). Neste trabalho, quando se mencionam os otólitos trata-se do par *sagittae*.

A sua formação envolve variações rítmicas na deposição e tamanho das matrizes orgânicas e dos cristais de carbonato de cálcio sob a forma de aragonite (Morales- Nin, 2000). A periodicidade de formação dos anéis pode ser anual e diária (Casselman, 1987), e se formam nas diferentes bandas opacas e translúcidas durante um período de crescimento rápido e lento, influenciado por vários factores que levariam a alterações na composição destas estruturas como: variações de temperatura e de condições oceanográficas (Campana, 1984), a disponibilidade de alimento e ciclos reprodutivos (Beckman & Wilson, 1995). De acordo com Beckman & Wilson (1995) além dos factores que influenciam a deposição dos incrementos nos otólitos, existem outros factores que podem afectar a correta identificação dos anéis e a interpretação das zonas translúcidas e opacas: condições de iluminação, ampliação e variabilidade de interpretação dos investigadores.

As alterações morfológicas dos organismos reflecte as suas adaptações ecológicas, no entanto, o estudo das relações morfológicas é de fundamental importância na comparação de história de vida e morfologia entre diferentes espécies, ou entre populações de uma mesma espécie, em diferentes habitats e ou regiões. A análise das variáveis morfométricas é um dos métodos utilizados no campo multidisciplinar de identificação de estoque (Ihssen et al., 1981). As relações morfométricas frequentemente usadas para a maioria dos peixes são as que

---

relacionam o peso total e o comprimento total do corpo ou outros tipos de comprimento como comprimento à furca e ou comprimento padrão. Binohlan & Pauly (2000) enfatizam a importância da relação peso-comprimento como indicador da condição dos peixes marinhos, sendo uma característica que reflete o impacto das condições ambientais sobre as populações.

Na prática, uma vez que os peixes são apanhados pelo seu tamanho, do qual depende a sua retenção, o conhecimento das variações morfológicas, ganha cada vez mais importância para o conhecimento dos tamanhos vulneráveis às capturas. Atualmente, diversas relações têm sido estabelecidas no sentido de relacionar outras características morfológicas dos peixes, como a boca (Chalkia & Bobori, 2006), intestino (Karachle & Stergiou, 2010) e cauda (Karachle & Stergiou, 2004), em relação ao comprimento total. Todavia, o conhecimento destas relações tem sido frequentemente incorporados em dados de gestão pesqueira, e é uma importante ferramenta para a construção de artes de pesca, no que respeita a seletividade (Soares et al., 2012).

A interação do crescimento com a disponibilidade de alimento e reprodução determinam outros parâmetros cruciais da biologia das espécies de peixes (idade da primeira maturação, fecundidade, mortalidade) e possibilitam conhecer a biomassa e composição do manancial em escalas espaciais e temporais.

Um outro aspeto fundamental na avaliação de um manancial é o conhecimento dos aspetos reprodutivos. A reprodução é um dos aspectos mais importantes do ciclo de vida de uma espécie. As estratégias reprodutivas permitem compreender os ciclos biológicos e a dinâmica das populações (Araújo et al., 2012). Ao longo do ciclo reprodutivo, as gónadas sofrem alterações histológicas que refletem o seu estado de maturação sexual, porém, o conhecimento da época de postura e do comprimento ou idade em que as espécies atingem a maturidade sexual, são dos aspectos mais importantes do ciclo de vida de um recurso explorado (King, 1995). Deste modo, do sucesso reprodutivo depende o recrutamento e, conseqüentemente a manutenção de populações viáveis indispensáveis ao equilíbrio do ecossistema (Camposano & Pompiani, 2009).

### **1.1. Enquadramento biológico e pescaria das espécies *Sardinella aurita* e *Sardinella maderensis***

Em Angola, os recursos pelágicos costeiros de pequena dimensão integram principalmente as sardinelas (*Sardinella aurita* e *Sardinella maderensis*), o carapau (*Trachurus trecae* e

---

*Trachurus capensis*), o charro amarelo (*Decapterus rhonchus*) e a cavala (*Scomber japonicus*).

A família Clupeidae é constituída por espécies de pequena dimensão com populações com número elevado de efetivos. Devido á dimensão das suas populações e posição na teia trófica, estes organismos desempenham papéis fundamentais em muitos ecossistemas onde ocorrem (Munroe, 2000).

O género *Sardinella* e outros indivíduos da família Clupeidae contribuem em 80 % do total de proteínas dos recursos marinhos. Em Angola, esta família é representada principalmente por duas espécies do género *Sardinella*, *Sardinella aurita* e *Sardinella maderensis*.

O género *Sardinella* foi descrito por Valenciennes e surgiu pela primeira vez na sua história natural de peixes (Cuvier & Valenciennes) em 1847. *Sardinella aurita* (Valenciennes, 1847) descrita como “Round sardinella” (sardinela redonda), enquanto *Sardinella maderensis* (Low, 1938) foi descrita como “Flat sardinella” (sardinela plana). Além da cor, existem duas características principais que as distingue: o formato do corpo e o número de raios da barbatana pélvica (8 em *Sardinella aurita* e 7 em *Sardinella maderensis*). Estas espécies são características de zonas tropicais e subtropicais, e encontram-se largamente distribuídas no Atlântico e no Mediterrâneo (FAO, 2013).

Por serem peixes com ampla distribuição, diversas denominações vulgares são encontradas no país: sardinelas ou sardinhas para ambas, e, sardinha lombuda e sardinha palheta para a *Sardinella aurita* e *Sardinella maderensis* respectivamente.

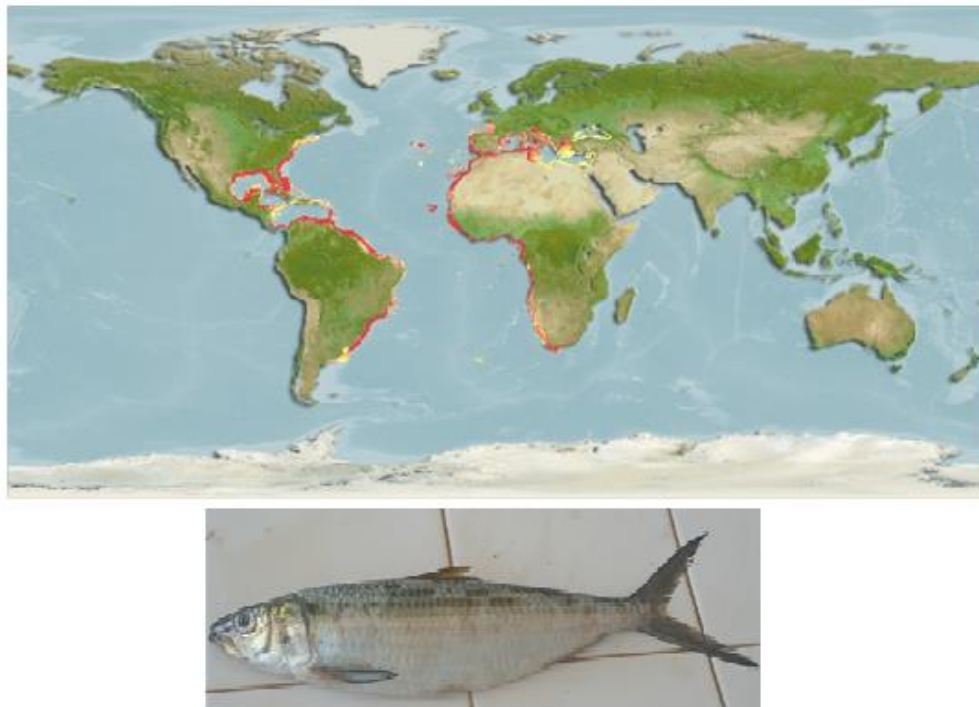
### **1.1.1. Biologia, distribuição e ecologia de *Sardinella aurita***

*Sardinella aurita* (Valenciennes, 1847) pertence à família *Clupeidae*, e morfologicamente é distinguida de outras espécies do mesmo género por possuir corpo cilíndrico e bastante delgado, por vezes comprimido, com barriga arredondada, por possuir inúmeras branquiospinhas, mais de 80 (162-248 contadas em espécies de 23-28 cm no Oeste de África), por ter a branquiospinha anterior na extremidade inferior do segundo e terceiro arco branquial, por possuir 8 raios na barbatana pélvica, o que a distingue de outras espécies do género, e por possuir um ponto preto distintivo na extremidade do opérculo (FAO – *species fact sheets*: <http://www.fao.org/fishery/species/2088/en>).

É uma espécie pelágica amplamente distribuída ao longo do Atlântico leste e ocidental (Ghéno & Fontan, 1981; Froese & Pauly, 2003) (fig. 1.1). Na costa Africana, fazem migrações de grandes amplitudes e as suas populações estão associadas às principais zonas de

afloramento, suportando importantes pescarias (Boëly & Freon, 1979), sendo particularmente abundantes em três regiões: região Norte, da Mauritânia (26 ° N) à Guiné (10 ° N); região Centro, da Costa do Marfim ao Gana; e região Sul, do Sul do Gabão (0 °) até ao Sul de Angola (18 ° S). Cada uma das três regiões certamente é ocupada por populações distintas (FAO, 1973). A abundância de *Sardinella aurita* é elevada nestas zonas, sendo afetada não só pelo regime de exploração, mas também fortemente pelas condições ambientais.

Na região Sul, (Congo-Angola), *Sardinella aurita* apresenta padrões migratórios sazonais de grande amplitude. Nos meses de Junho-Agosto e Novembro, deslocam-se para o Sul. Já de Fevereiro a Abril, nota-se um movimento contrário em direção ao Congo (Ghéno & Campos Rosado, 1972; Cury e Fontana, 1988). Em Angola, esta espécie distribui-se ao longo de toda costa, e pode ser capturada ao longo do ano, entre 7° e 11°, estendendo-se até 15° durante os meses de Janeiro-Março.



*Sardinella aurita*

Figura 1.1 Mapa de distribuição mundial de *Sardinella aurita*. Fonte (www.aquamaps.org, versão de Agosto de 2013. Página consultada aos 18 Agosto de 2015)

*Sardinella aurita* é uma espécie com hábitos costeiros e encontrada na plataforma continental onde prefere águas salinas (salinidade > 35 ‰), claras e temperaturas abaixo de 24°C (Freon, 1988). A sua distribuição batimétrica vai desde à superfície até aos 350 m. Formam densos cardumes durante o dia, e geralmente à noite dispersam e realizam migrações verticais em direção à superfície para se alimentarem. É uma espécie omnívora planctívora com tendências

---

oportunista (Freon, 1988), com uma alimentação bastante diversificada, e na maior parte dos casos, dependente da disponibilidade de alimento da sua área de distribuição.

Como a maioria dos indivíduos da família Clupeidae, *Sardinella aurita* é uma espécie com um sistema branquial bastante desenvolvido o que facilita a captura das suas presas. Esta característica a torna numa espécie filtradora (Probatov & Pupyshev, 1969), cujos adultos alimentam-se principalmente de zooplâncton, especialmente copépodes, enquanto os juvenis têm preferências por fitoplâncton (Pham-Thuoc & Szypula, 1973).

A maior parte dos estudos sobre a ecologia alimentar de *Sardinella aurita* e de *Sardinella maderensis* foi baseado na análise de conteúdo estomacal. Este método porém, fornece informações úteis acerca da posição que cada indivíduo ocupa na teia alimentar, e consequentemente permite fazer estimativa dos níveis tróficos (Pauly & Christensen, 2000; Post et al., 2000).

Estudos precursores sobre a dieta de *Sardinella aurita* foram desenvolvidos. Na Grécia (Tsikliras, et al., 2005) os resultados revelaram que a dieta de *Sardinella aurita* consistiu principalmente de zooplâncton (Crustáceos copépodes). No Egipto, Madkour (2012) concluiu que esta espécie também tem preferências por zooplâncton (principalmente copépodes), numa proporção 3:2, relativamente ao fitoplâncton.

Os mesmos resultados foram reportados por Stergiou & Karpouzi (2002), Dia (1972), Ghéno & Fontana (1981) e Diouf et al. (2010) que a classificaram como uma espécie omnívora, filtradora, e com preferências por animais. Em Angola, não há registos sobre a ecologia alimentar de *Sardinella aurita*.

Estudos similares foram realizados com outras espécies da mesma família como a *Sardina pilchardus* na costa Sul e Oeste de Portugal, e revelaram que esta espécie é filtradora (presas <780) alimentando-se principalmente de zooplâncton, embora uma grande quantidade de fitoplâncton ter sido observada nos estômagos durante todo ano (Garrido, 2007). Na África do sul, estudos mostraram que *Sardinops sagax* é uma espécie omnívora, cuja dieta é principalmente composta por zooplâncton, embora o fitoplâncton tenha tido uma contribuição notória (Lingen & Durholtz, 2001). Estas semelhanças na composição da dieta das diferentes espécies da família Clupeidae sugerem que estas espécies são omnívoras e que a sua dieta reflete a diversidade de alimento nas suas áreas de distribuição. Em geral, os peixes planctívoros alimentam-se por filtração, captura ativa dos alimentos ou por ambos os métodos (Lazzaro, 1987).

A idade e crescimento de *Sardinella aurita* foi estudada em algumas áreas do mar mediterrâneo (Bouaziz et al., 2001; Gaamour et al., 2001; Tsikliras & Koutrakis, 2005; Salem et al., 2010), e ao longo da Costa Ocidental africana (Samba, 2011; Ghéno & Fontana, 1981; Shcherbich, 1981; Boely & Chananne, 1975; Gheno, 1975; Pham-Thuoc & Szypula, 1973). Na última região, a idade de *Sardinella aurita* foi determinada principalmente por leitura de marcas de crescimento em escamas e pela análise de distribuição de frequência de comprimento, com exceção do trabalho realizado por Samba (2011), na costa Senegalesa que utilizou otólitos. Contudo, os resultados não divergem muito uns dos outros (diferentes métodos), e estes indicam que o crescimento de *Sardinella aurita* não é homogêneo nas áreas onde ocorrem. Na costa angolana, António (2004), achou uma alometria negativa para *Sardinella aurita*, em ambos os sexos. Em contraste, Tsikliras & Koutrakis (2005), reportaram um crescimento alométrico positivo tanto para os machos como fêmeas.

Na costa africana, verificou-se que em geral, os indivíduos de *Sardinella aurita* reproduzem-se ao longo do ano, mas com diferentes picos de reprodução. A desova ocorre tanto durante o dia como à noite, com temperaturas entre 22-25°C e salinidades entre 32-38 ‰ (António, 2004).

Na região Sul da costa africana, foram identificadas duas áreas de desova e concentração de larvas de *Sardinella aurita*, uma ao norte de Cabo Lopez (Gabão), e outra mais a Sul do Congo. Contudo, de acordo com Luyeye (2002), em Angola, a desova de *Sardinella aurita* é contínua ao longo do ano, com o pico em Maio. Porém, até o momento não há outros trabalhos publicados que enfatizem os períodos de desova de *Sardinella aurita* na costa angolana. A maturidade sexual de *Sardinella aurita* varia bastante consoante a população, e foi estudada no Congo (Ghéno & Fontana, 1981), na Mauritânia e Sul de Gabão (Fontana & Pianet 1973; Marchal, 1991), na Costa do Marfim-Gana (Marchal, 1991) e em Angola (António, 2004).

### **1.1.2. Biologia, distribuição e ecologia de *Sardinella maderensis***

Morfologicamente, *Sardinella maderensis* (Lowe, 1838) pode ser diferenciada de outras espécies do género *Sardinella* por possuir um corpo alongado com altura variada e barriga nitidamente achatada, por possuir um número de 13-21 de raios dorsais e entre 12-23 raios anais, por ter entre 70-166 branquiospinhas, por apresentar raios das barbatanas cinzentos e barbatana caudal com extremidade preta, por possuir 7 raios na barbatana pélvica (8 em *Sardinella aurita*), por possuir maior número de branquiospinhas inferior, característica que a

distingue de *Sardinella rauxi*, e por possuir um ponto preto abaixo do opérculo (FAO – species fact sheets: <http://www.fao.org/fishery/species/2089/en>).

*Sardinella maderensis* é menos ativa e apresenta padrões de distribuição e migração menos pronunciado que os de *Sardinella aurita*. É um Clupeiforme pelágico com distribuição limitada, podendo ser encontrada no leste do Atlântico (Desde Gibraltar à Angola) e no sul e leste do Mediterrâneo (Whitehead, 1985). (fig.1.2). Tem mais ou menos os mesmos hábitos que os de *Sardinella aurita*, mas é mais tolerante a salinidade (eurialina), habita na plataforma continental de zonas costeiras, frequentemente encontradas próximo de estuários, preferem águas quentes (com temperaturas acima dos 24°C) e parecem evitar águas turvas (Fisher et al., 1981; Binet, 1988). Formam cardumes na superfície ou em profundidades até pelo menos 50 m, podendo atingir os 80m (Fisher et al., 198; Reiner, 1996). É uma espécie de fundamental importância na costa Atlântica de África, todavia, a maior parte das estatísticas indica que está normalmente associada com *Sardinella aurita*.

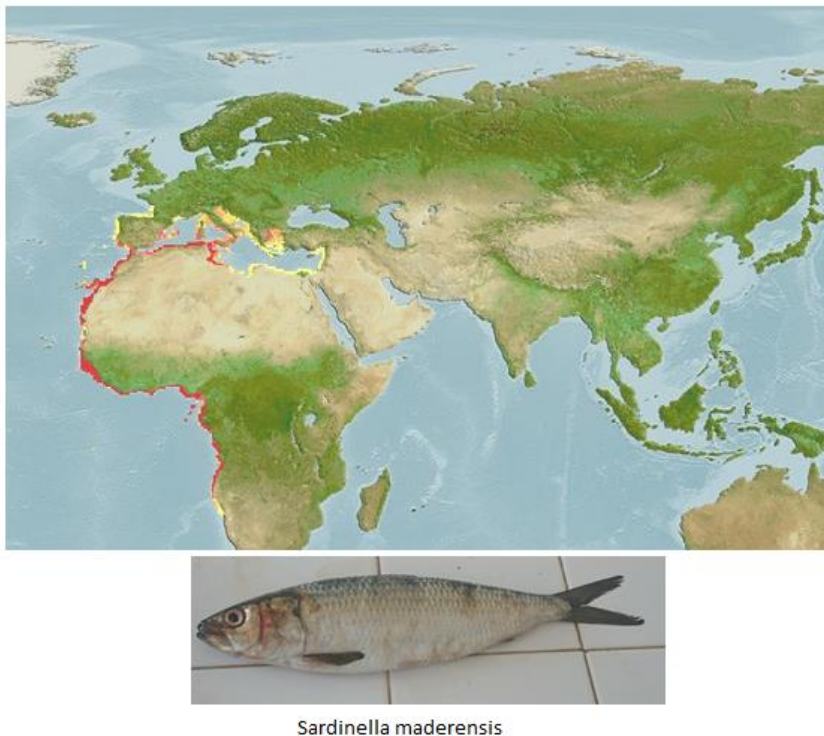


Figura 1.2. Mapa de distribuição mundial de *Sardinella maderensis*. Fonte (www.aquamaps.org, Agosto de 2013. Página consultada aos 18 de Agosto 2015).

Como *Sardinella aurita*, os seus movimentos também estão relacionados com as épocas de afloramento, cujos juvenis e adultos mostram fortes migrações Norte-Sul do Gabão-Congo-Angola, e na região da Serra Leoa-Mauritânia, sendo que cada uma das áreas possui uma área de berçário.

---

Estudos realizados na Costa do Marfim (Dia, 1972), Congo (Ghéno & Fontana 1981) e Senegal (Diouf et al., 2010; Neiland, 1982), revelaram que *Sardinella maderensis* é uma espécie planctívora filtradora, e apresenta um regime similar ao de *Sardinella aurita*, alimentando-se de pequenos invertebrados planctónicos (larvas de peixes, fitoplâncton e zooplâncton). Parece que esta similaridade reflete a disponibilidade e tamanho da composição das presas (Nieland, 1980, Medina - Gatterner, 1985). Em Angola nenhum estudo foi realizado sobre a ecologia alimentar de *Sardinella maderensis*.

A idade e crescimento de *Sardinella maderensis* foi estudada no Congo (Ghéno & Le Guen, 1968; Ghéno & Fontana, 1981), na Nigéria (Marcus, 1984), no Senegal (Samb, 1988; Samba, 2011), nos Camarões (Djama et al., 1989) e em Angola (Fossen, 1998 não publicado). A maior parte destes estudos foram baseados em leitura de marcas de crescimento em escama e pela análise de distribuição de frequência de comprimento.

Na costa angolana, António (2004), relatou que não existe diferenças significativas na relação peso-comprimento entre machos e fêmeas de *Sardinella maderensis*, o mesmo foi reportado por Soliman (1970) e Marcus (1982). O comprimento de maturidade sexual de *Sardinella maderensis* foi estudada no Congo (Ghéno e Fontana, 1981), no Senegal (Samba, 2011), no Golfo da Guiné (Costa do Marfim, Gana) e em Angola António (2004).

Poucos estudos foram desenvolvidos no sentido de relacionar algumas variáveis morfométricas destas espécies. As relações morfométricas de *Sardinella aurita* foi estudada (Karachle & Stergiou, 2013; Lawson & Doseku, 2013). Não há estudos publicados a respeito das relações morfométricas de *Sardinella maderensis*.

## **1.2. Avaliação das pescarias na Costa Sul de Angola**

Angola possui uma área costeira de 1650 km, caracterizada principalmente por um regime típico tropical na região norte, e um regime mais temperado na região sul, onde a corrente quente de Angola e a corrente fria de Benguela misturam-se dando origem a Frente Angola-Benguela (normalmente entre 14°S e 17°S, fig. 1.3). Esta frente se dá na Província do Namibe, área escolhida para a realização do presente estudo. Uma vez que o Ecossistema de Benguela é um dos quatro principais ecossistemas de afloramento costeiro do mundo, Angola figura-se entre os sistemas mais produtivos do mundo, suportando uma elevada biodiversidade faunística.

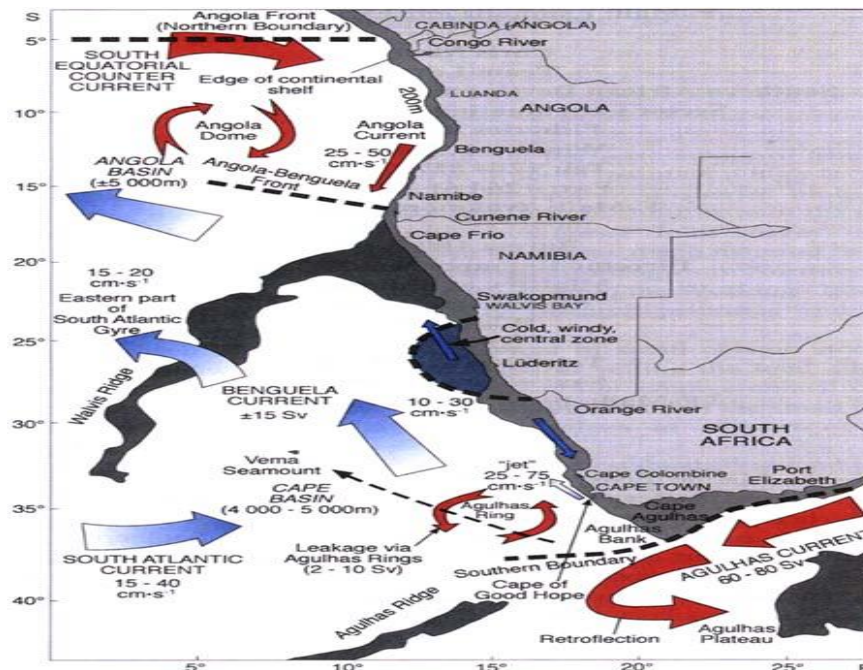


Figura 1.3. Regiões do BCLME mostrando os limites norte e sul e a localização da Frente Angola-Benguela. (Fonte: Projeto UNDP).

O sector pesqueiro angolano é constituído principalmente pela pesca artesanal de pequena escala, e subsectores da pesca industrial e semi-industrial. A atividade é normalmente exercida dentro da ZEE, geralmente com 5 dias de autonomia no mar. Durante a época colonial, o total das capturas industrial parece ter estado perto do MSY. Após a independência (1975), houve um decréscimo nas capturas anuais por vários anos, de 104.000 tons a 89.000 tons para a frota nacional e de 218.000 tons a 42.000 tons para a frota estrangeira. Desde então, níveis de captura começaram a aumentar novamente. Em 1995, o total de capturas atingiu 270.000 tons. Em 1999, a produção anual permaneceu entre 240.000 e 197.000 tons, onde o valor do total das capturas foi estimado em aproximadamente US\$ 500 milhões (Axelsen et al., 2002).

A pesca das sardinelas em Angola é uma atividade tradicional e antiga. O seu crescimento como pesca industrial teve início depois de 1950, como consequência da introdução da arte de cerco e das fábricas transformadoras de farinha de peixe para o consumo animal. Devido a sua abundância nas zonas costeiras, estas espécies constituem uma das mais importantes pescarias pelágicas de Angola, cerca de 60% do total de capturas (António, 2004). Contudo, fazem parte de um grupo de espécies menos controladas. São pescarias conjuntas e desembarcadas

em três principais zonas pesqueiras do país: Luanda, Benguela e Namibe respectivamente (António, 2004).

A província do Namibe tem grandes tradições marítimas, onde o sector da pesca tem um peso muito significativo. Para além da captura, as indústrias de transformação e de comercialização de pescado constituem os principais motores de desenvolvimento económico e social da região, cujas principais espécies desembarcadas de pescado fresco e refrigerado são a sardinha, o carapau, a cavala e o taco-taco (fig. 1.4).

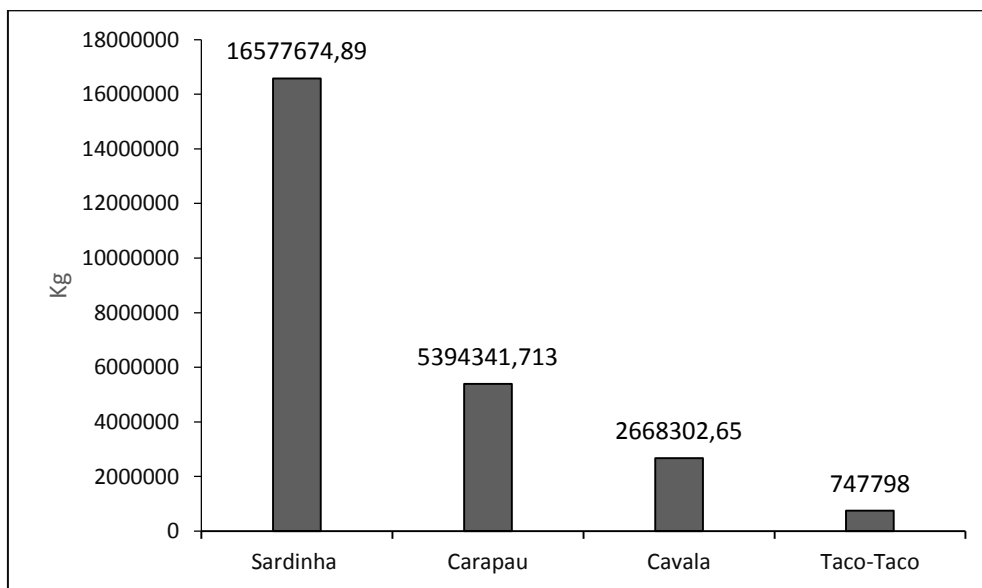


Figura 1.4. Média anual dos desembarques das 4 principais espécies de pequenos pelágicos desembarcados na costa sul de Angola (entre 2007-2014).

Na região, as sardinhas integram uma pescaria multiespecífica com baixo valor comercial. Estas espécies de pequenos pelágicos detêm os maiores volumes desembarcados dentro do grupo de pequenos pelágicos, o que as torna sócio-economicamente importantes (fig. 1.4). A pesca é efetuada maioritariamente por frotas locais que usam a arte de cerco. Trata-se de uma pescaria cuja importância é fundamentalmente para o consumo das populações locais e comercial, uma vez que mais de metade dos desembarques é exportado para outros pontos do país. Na figura 1.5, observa-se uma variabilidade brusca nos desembarques das sardinhas durante o período entre 2009-2011. Apesar desta variação, nota-se uma clara evolução dos desembarques ao longo dos anos.

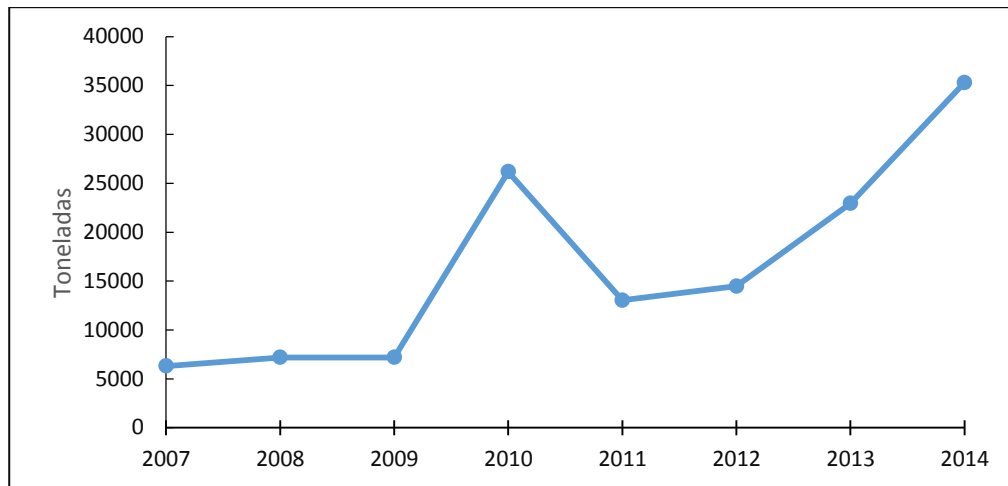


Figura 1.5. Desembarques das sardinelas (em toneladas) na costa sul de Angola (entre 2007-2014).

A biologia, a dinâmica das populações e estrutura das comunidades dos peixes da região do Namibe são pouco conhecidas. Desde 2002 até ao momento, apenas dois trabalhos foram realizados no sentido de conhecer a biologia (aspectos reprodutivos) e comportamento dos cardumes de *Sardinella aurita* e de *Sardinella maderensis* em toda costa angolana, cujos autores são Luyeye (2002) e António (2004). Além de se ter passado um tempo considerável, um dos aspetos que pode determinar a dinâmica das populações, ainda não foi abordado na região, a ecologia alimentar. Por outro lado, no que tange à idade e crescimento, nenhum estudo foi baseado em marcas de crescimento registadas em otólitos. A falta destas informações dificulta a realização de planos de gestão que asseguraria a melhor exploração dos mananciais pesqueiros e a manutenção da biodiversidade da região.

Como mencionado anteriormente, as informações sobre a biologia destas pescarias na região são escassas e fragmentadas. No entanto, este trabalho surge no seguimento dos poucos estudos realizados a respeito da biologia destas espécies. Assim, a realização deste trabalho foi impulsionada principalmente pela escassez de informações relevantes ao conhecimento da biologia das mesmas. Com os resultados a obter neste estudo, pretende-se melhorar as medidas de gestão destas espécies, assegurando a manutenção das suas populações, tendo como base dados biológicos analisados cientificamente e não meras suposições especulativas.

**Objetivos:**

O objetivo geral deste trabalho é contribuir para o conhecimento dos aspetos da Biologia de *Sardinella aurita* e de *Sardinella maderensis* na costa sul de Angola;

Como objetivos específicos enumeram-se os seguintes:

- Determinar a composição da dieta alimentar das espécies *Sardinella aurita* e *Sardinella maderensis*;
- Determinar à idade e estimar as curvas de crescimento e as relações morfométricas de *Sardinella aurita* e *Sardinella maderensis*;
- Aprofundar o conhecimento relativo à reprodução das espécies nomeadamente o comprimento de primeira maturação sexual e analisar as variações do índice gonado-somático.

---

## **MATERIAIS E MÉTODOS**

## 2. Materiais e Métodos

### 2.1. Área de estudo

A província do Namibe situa-se entre o mar e o deserto da região sul de Angola (13° 13' S, 17° 15' E), e possui uma orla marítima com 420 km. É limitada ao norte pela província de Benguela, ao sul pelo rio Cunene, ao leste pela província da Huíla, e ao oeste pelo oceano atlântico (fig.2.1). A região está adjacente a um dos grandes e mais produtivos ecossistemas marinhos do mundo. A ocorrência da corrente fria de Benguela juntamente com os processos oceanográficos, reflete as características das suas populações e proporciona um ecossistema único para a região. Portanto, é uma zona de intensa atividade hidrológica com fenómenos regulares de afloramento costeiro permanente, com maior intensidade durante o inverno austral (de Junho à Setembro). É uma província com grandes tradições de pesca e considerado o maior centro piscatório do país, e o epicentro das capturas das sardinelas, onde a atividade de pesca é exercida em três zonas principais: zona centro (Namibe), zona norte (Lucira) e zona sul (Tômbwa).

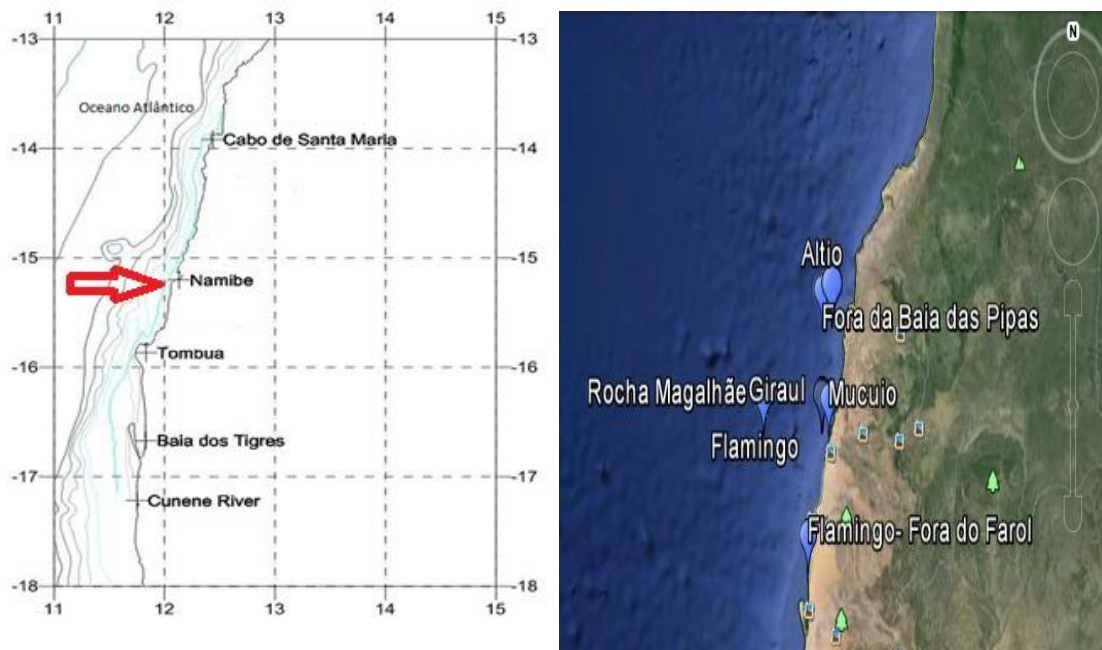


Figura 2.1. Localização geográfica da área de estudo e locais de captura dos exemplares.

---

## 2.2 Estratégia de Amostragem

Durante o período compreendido entre o mês de Janeiro e Abril de 2015, foram amostrados um total de 790 exemplares de *Sardinella aurita* e 1632 exemplares de *Sardinella maderensis* com uma periodicidade aproximadamente semanal, onde cada amostra era constituída por um número variável de indivíduos, provenientes de pescarias comerciais capturados por arte de cerco. Após a recolha dos exemplares, estes foram colocados em caixas com gelo de modo a parar a digestão e transportados imediatamente para o laboratório. As capturas dos exemplares efetuaram-se em 8 locais. Para todas amostragens, foram recolhidas informações sobre a hora de saída e chegada ao ponto de desembarque, o nome da embarcação, a temperatura da água, o local e profundidade de captura, e a hora do lance. Normalmente as embarcações partiam ao ocaso do sol, e regressavam na aurora, e fazia-se apenas um lance por dia de pesca. A temperatura da água variou entre 19°C e 27°C, e a profundidade de captura entre 12 e 120 braças (Anexo 4).

## 2.3. Análise Laboratorial

Para cada indivíduo, foram registados os comprimentos totais, o comprimento à furca e o comprimento padrão com um ictiómetro com precisão de 0,01 cm, e com uma craveira, mediram-se o diâmetro ocular, a altura do corpo e o comprimento da cabeça, com uma precisão de 0,001 mm. Todos os exemplares foram pesados com uma balança com precisão até ao décimo de grama.

Posteriormente, distribuíram-se os indivíduos por classes de comprimento de 0,5 cm e selecionaram-se aleatoriamente 5 exemplares de cada uma das classes. Procedeu-se a atribuição de identidade a cada indivíduo numa ordem crescente por meio de uma etiqueta que continha um número correspondente a cada exemplar. Seguidamente foi feita uma incisão na parte medio ventral do corpo do peixe a partir do ânus, abertos e removidas as gónadas e o trato digestivo. Depois de eviscerados, os exemplares foram novamente pesados e reservados para a extração dos otólitos. Os otólitos foram extraídos fazendo-se uma incisão horizontal na parte superior do crânio e com o auxílio de uma pinça de relojoeiro procedeu-se a remoção dos otólitos.

### 2.3.1. Regime alimentar

O trato digestivo de cada peixe foi removido e com o auxílio de uma pinça e de um bisturi foi cuidadosamente separado o estômago. A intensidade alimentar (índice de enchimento) foi estimada seguindo uma escala de 0-4 (0= vazio; 1= 25% cheio; 2= 50% cheio; 3= 75% cheio; 4= completamente cheio) (Soares et al., 2012). O estômago de cada peixe foi pesado, posteriormente cortado e aberto e o conteúdo removido, e o estômago vazio pesado novamente. Essas medidas realizaram-se com a aproximação de 0,1 mg. O peso do conteúdo foi obtido pela diferença entre o peso do estômago cheio e estômago vazio. O conteúdo foi fixado em formal a 4% durante um período de 7 dias e em seguida conservado em álcool a 70%. O conteúdo estomacal foi processado segundo a metodologia descrita por Garrido, (2007), onde foi diluído um volume de água proporcional ao peso da alíquota e filtrado através de um crivo de 200  $\mu\text{m}$ , a fim de facilitar a identificação das presas mesozooplânctônicas (maior que 200  $\mu\text{m}$ ) e de presas microplânctônicas (menores que 200  $\mu\text{m}$ ). Estas duas frações foram analisadas separadamente.

As amostras > 200  $\mu\text{m}$  foram colocadas numa placa de petri contendo álcool a 70% e examinadas com uma lupa binocular LEICA S8AP0 (fig. 2.2 A) com uma ampliação de 80x. As amostras <200  $\mu\text{m}$  foram examinadas com um microscópio invertido AXIOVERT S100 (fig. 2.2 B) com uma ampliação de 400x. A quantificação de fitoplâncton foi efetuada por contagem dos organismos presentes num volume conhecido (1 ml) usando uma câmara de contagem de Sedgewick Rafter (fig. 2.2 C). Todas as presas foram identificadas até ao nível taxonómico mais baixo possível, usando as seguintes literaturas: Ruby (2007), Perry (2003), Harding (2004), Huggett & Bradford-Grieve (2007), Todd et al (1996). Depois de identificadas todas as presas foram quantificadas para análises posteriores.

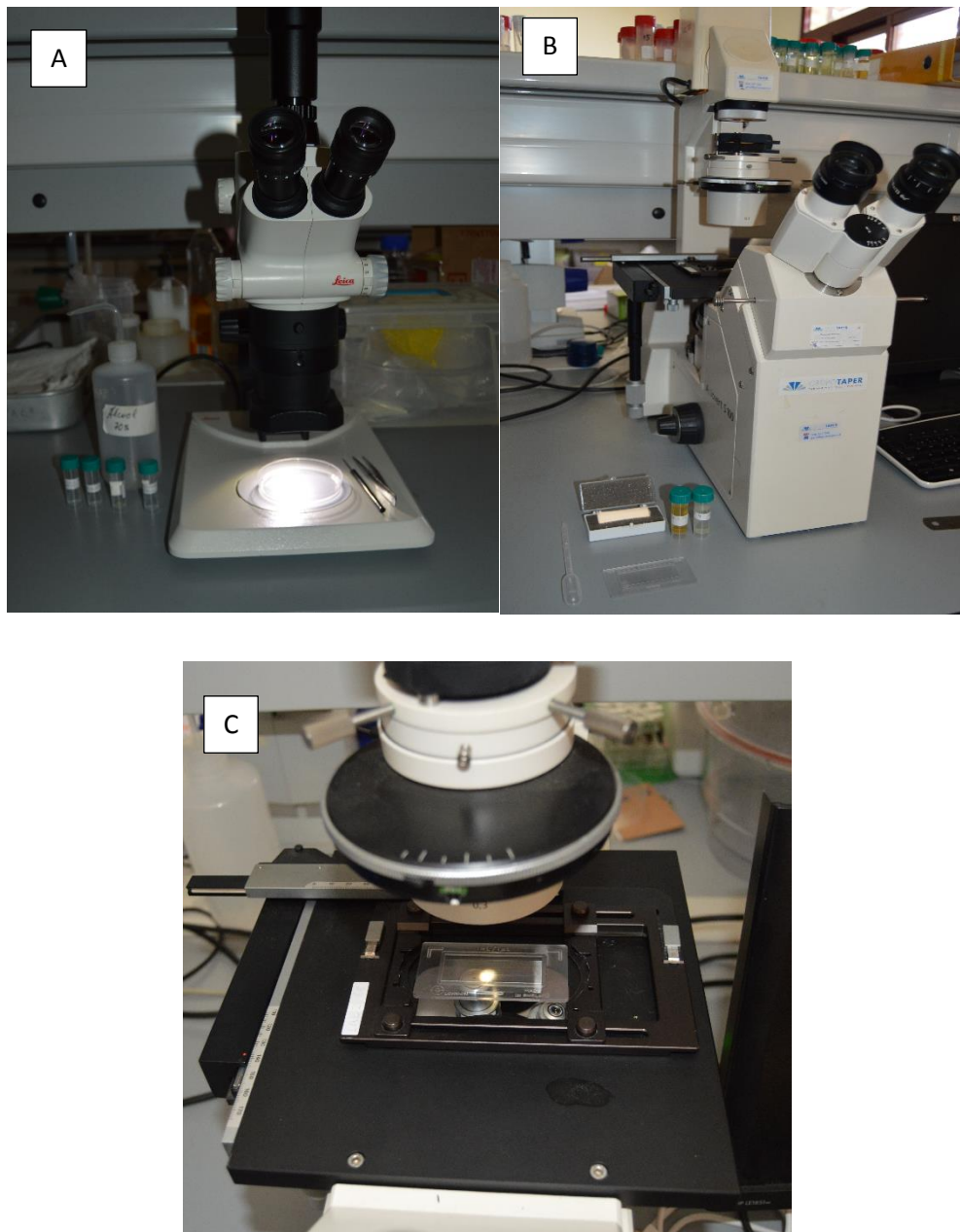


Figura 2.2. Ilustração dos métodos de análise de zooplâncton (A), fitoplâncton (B) e montagem da câmara de Sedgewick (C).

### 2.3.2 Idade e crescimento

De cada exemplar amostrado, com o auxílio de uma pinça, foi extraído dorsalmente (parte superior do crânio) o par de otólitos *sagittae* (fig. 2.3) para a determinação da idade. A fim de se eliminar as membranas ou os seus resíduos que aderem à superfície dos otólitos, procedeu-se a remoção mecânica com pinças de relojoeiro e uma agulha em água destilada. De seguida, todos os otólitos foram limpos com papel absorvente e conservados a seco em envelopes de plástico devidamente etiquetado.

Por definição, um incremento anual corresponde ao conjunto de uma banda opaca e uma translúcida. Assim, para a estimativa da idade, estabeleceram-se alguns critérios que passaria pela definição do núcleo e a contagem apenas dos anéis translúcidos. Os otólitos inteiros (o que melhor realçava os anéis de crescimento) foram imersos em glicerol e observados sob luz refletida e fundo negro usando um estéreo microscópio Leica S8APO. Sob luz refletida as bandas opacas refletem a luz aparecendo deste modo ao leitor, como bandas claras, e as bandas translúcidas permitem que a luz passe pelo tecido e seja absorvida pelo fundo aparecendo assim como bandas escuras. Porém, foi assumida a formação da banda opaca como o resultado do crescimento rápido correspondente ao verão e a banda translúcida como o resultado do crescimento lento, correspondente ao período do inverno.

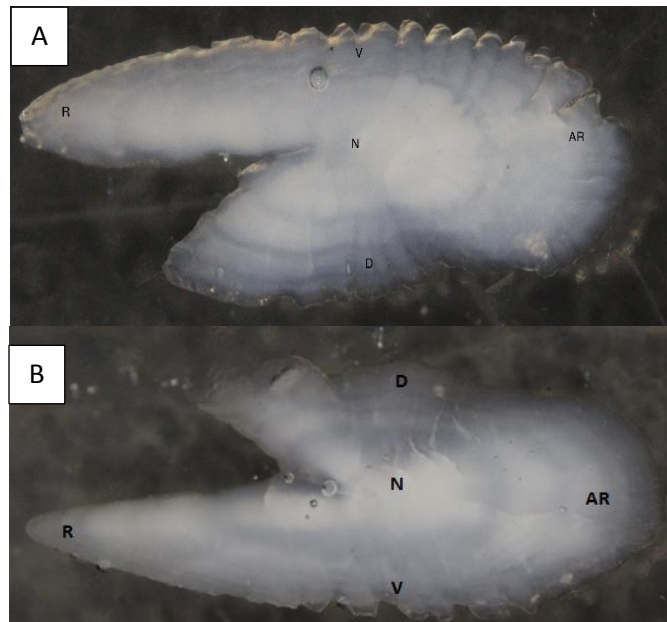


Figura 2.3. Esquema de dois otólitos sagittae direito e esquerdo inteiros de *Sardinella aurita* (A) e de *Sardinella maderensis* (B) respetivamente. N: núcleo; R: rostrum; AR: anti-rostrum; D: face dorsal; V: face ventral.

Para a contagem dos anéis, foi escolhida a face interna da área do *anti-rostrum*, e utilizada a região dorsal ou a região do *rostrum* como a área de confirmação (fig. 2.3). Efetuaram-se três leituras independentes por um único leitor em que os otólitos foram escolhidos aleatoriamente sem que o leitor tivesse acesso ao tamanho dos exemplares. De modo a se evitar erros subjetivos na atribuição de idades, as leituras foram feitas com intervalos de 1 mês.

### **2.3.3. Aspectos da atividade reprodutiva**

Após a dissecação, foi feita a diferenciação sexual baseando-se em aspectos cromáticos e morfologia das gónadas, onde foram identificados os machos, fêmeas e indeterminados para os indivíduos cuja característica das gónadas não era discernível. Seguidamente as gónadas foram removidas. O estado de maturidade sexual foi determinado através da descrição macroscópica das gónadas quanto, ao tamanho ocupado dentro da cavidade abdominal, forma e volume, grau de vascularização, opacidade e aparência dos oócitos nas fêmeas, e presença de espermatozoides no ducto seminal no caso dos machos. Para tal, foi utilizada uma escala de maturação das gónadas com 6 estágios para a classificação do estado de maturação do Atum, carapau e sardinelas da costa angolana adaptado de INIP (Instituto Nacional de investigação pesqueira) conforme descrito na tabela 2.1.

Tabela 2.1. Escala de maturação das gónadas para os atuns, sardinelas e carapaus adaptado do Instituto Nacional de Investigação Pesqueira (INIP).

Estágios	Estado de maturação	Descrição
I	Imaturo	As gónadas não ocupam mais do que 1/3 do comprimento da cavidade abdominal; ovários róseos e testículos esbranquiçados, os ovários não apresentam oócitos visíveis;
II	Virgem em desenvolvimento e em repouso	Neste estágio há um desenvolvimento substancial do tamanho das gónadas; estas podem ocupar até 1/2 da cavidade abdominal; gónadas mais opacas e pequenas, os oócitos são visíveis a vista desarmada (em início de vitelogénese). As gónadas em recuperação e em repouso/maturação são mais flácidas e podem ter alguns vasos sanguíneos mais conspícuos do que as gónadas em desenvolvimento.
III	Maturação antes da pré-desova	Neste estado, as gónadas ocupam cerca de 2/3 do comprimento total da cavidade abdominal. No início, os pequenos oócitos tornam-se mais conspícuos conferindo à gónada um aspecto granular; ovários amarelo-laranja e testículos de cor creme. Neste estado, no início da época de reprodução as gónadas ficam bastante túrgidas. As gónadas que já desovaram uma vez, perdem a consistência inicial, mas é característico a presença de oócitos opacos nos ovários e espermatozoides nos testículos quando se efetua um corte.
IV	Maturação pré-desova	As gónadas ocupam 2/3 da totalidade do comprimento da cavidade abdominal: ovários de cor laranja com vasos sanguíneos bastante visíveis. A maior parte dos oócitos são translúcidos; testículos de cor creme e com textura lisa e brilhante. As gónadas deixam sair oócitos e esperma a mínima pressão.
V	Maturo em desova	As gónadas ocupam cerca de 2/3 ou a totalidade do comprimento da cavidade abdominal; ovários de cor laranja com os vasos sanguíneos bastante visíveis e ensanguentada principalmente numa das extremidades. A maior parte dos oócitos são translúcidos; testículos de cor creme e com textura lisa e brilhante. As gónadas deixam sair oócitos e esperma a mínima pressão e apresentam manchas róseas numa das extremidades.
VI	Pós desova	As gónadas diminuem de tamanho ocupando cerca de 1/2 ou menos do comprimento total da cavidade abdominal. Gónadas flácidas e ensanguentadas. O ovário pode conter restos de oócitos que não foram emitidos. Os testículos podem apresentar restos de esperma no ducto seminal e manchas róseas em toda a extensão da gónada.

## 2.4. Análise de dados

### 2.4.1. Regime alimentar

Para aceder à composição da dieta das sardinelas, optou-se pela utilização de métodos quantitativos nomeadamente coeficiente de vacuidade (C.V), índice de repleção (IR), percentagem em número (%Pn), percentagem em peso (%Pp) e frequência de ocorrência (%Fo) e qualitativos, coeficiente alimentar (Q) e índice de importância relativa (IIR) respectivamente.

#### 2.4.1.1 Descrição quantitativa da dieta

A análise quantitativa da dieta permite conhecer exclusivamente, a quantidade absoluta ou relativa de alimento ingerido pelo predador, permitindo, deste modo, avaliar a sua intensidade alimentar. Para as duas espécies, a descrição quantitativa foi feita através dos seguintes métodos:

##### a) Coeficiente de vacuidade (C.V)

O coeficiente de vacuidade expressa a relação entre o número de estômagos vazios e o número total de estômagos observados (Hureau, 1970).

$$CV = \frac{\text{n}^\circ \text{ de estômagos vazios}}{\text{n}^\circ \text{ total de estômagos}} \times 100 \quad (\text{Equação 2.1})$$

##### b) Índice de repleção (IR)

O índice de repleção visa na avaliação do peso das presas ingeridas em função do peso do predador, e foi calculado segundo a equação de Hureau, (1970):

$$I. R = \frac{\text{peso dos conteúdos}}{\text{peso total do peixe}} \times 100 \quad (\text{Equação 2.2})$$

##### c) Frequência de ocorrência (%Fo)

Este método dá indicações acerca da frequência com que um predador ingere um determinado tipo de presa, porém, não fornece qualquer informação sobre as quantidades ingeridas. Este índice tem sido usado como indicador das relações intraespecíficas e para ilustrar variações sazonais na composição da dieta (Hyslop, 1980).

$$\%Fo = \frac{\text{n}^\circ \text{ de estômagos que contêm o item } i}{\text{n}^\circ \text{ de estômagos com presas}} \times 100 \quad (\text{Equação 2.3})$$

**d) Percentagem em número (% Pn)**

Este coeficiente representa a abundancia relativa de cada item alimentar na dieta, e é expresso como a percentagem do número total dos itens alimentares na amostra estudada, ou como a percentagem do conteúdo alimentar de cada espécie examinada na qual a composição total é estimada (Hyslop, 1980).

$$\%Pn = \frac{n^{\circ} \text{ de presas do item } i}{n^{\circ} \text{ total de presas}} \times 100 \quad (\text{Equação 2.4})$$

**e) Percentagem em peso (% Pp)**

O método gravimétrico consiste em estimar o peso de cada item alimentar, o qual é normalmente expresso como a percentagem do peso total do conteúdo alimentar (Hyslop, 1980).

$$\%Pp = \frac{\text{peso total das presas do item } i}{\text{peso total dos conteúdos}} \times 100 \quad (\text{Equação 2.5})$$

**2.4.1.2. Descrição Qualitativa**

A análise qualitativa da dieta consiste em fazer uma descrição completa dos organismos do conteúdo estomacal, ou seja, permite descrever os itens alimentares ocorrentes nos conteúdos estomacais, bem como as suas proporções relativas. Os métodos mais frequentemente utilizados são os combinados, que conjugam matematicamente a informação numérica com valores de massa ou volume (Berg, 1979), como é o caso do coeficiente alimentar (Q) proposto por Hureau (1970) ou índice de importância relativa (IIR) de Pinkas (1971).

**a) Coeficiente Alimentar (Q)**

$$Q = \%Pn \times \%Pp \quad (\text{Equação 2.6})$$

Este índice permitiu caracterizar as presas de acordo com três categorias: presas principais ( $Q > 200$ ); presas secundárias ( $20 < Q < 200$ ); e presas acidentais ( $Q < 20$ ).

**b) Índice de importância relativa (IIR)**

Este índice representa a integração da medição em número, em peso e da frequência de ocorrência, visando avaliar a relação entre os vários itens alimentares encontrados no estômago. É calculado assumindo os valores das percentagens em peso e em número, multiplicado pelo valor da percentagem da frequência de ocorrência.

$$IIR = (\%Pn + \%Pp) \times \%Fo \quad (\text{Equação 2.7})$$

O índice de importância relativa permitiu separar as presas em três categorias: presas preferenciais, IIR > 200; presas secundárias 20 < IIRi < 200 e presas acidentais, IIRi < 20.

#### **2.4.1.3. Seletividade alimentar**

A importância relativa das presas (dominante ou raro) e grau de homogeneidade da seleção de presas na população permite caracterizar o comportamento alimentar do peixe. Para a determinação da seletividade alimentar, utilizou-se o índice de Costello (1990). O índice de Costello é um método mais eficiente para sintetizar as informações contidas nos conteúdos estomacais, e no presente estudo permitiu explorar a importância relativa de cada presa e a estratégia alimentar do predador. Para tal, foi feita uma distribuição dos dados em gráficos de dispersão utilizando a percentagem em número (%Pn) e a frequência de ocorrência (%Fo). Foi também analisado a importância do nível de canibalismo dentro de estas espécies, medido como a percentagem de adultos amostrados em que ocorrem ovos de clupeídeos.

#### **2.4.1.4. Sobreposição na dieta**

A análise de sobreposição da dieta através do índice de Schoener (1970) propõe que quanto mais próximo o valor de sobreposição estiver de 1, maior é a sobreposição. Assim, este índice foi calculado subtraindo-se a % Fo de uma espécie relativamente a percentagem de %Fo de outra, e depois fez-se o somatório, utilizando a seguinte fórmula:

$$C_{xy} = 1 - 0.5 (\sum | P_{xi} - P_{yi} | ) \quad (\text{Equação 2.8})$$

Em que  $C_{xy}$  = sobreposição alimentar,  $P_{xi}$  = proporção do item alimentar  $i$  na dieta da espécie  $x$ ;  $P_{yi}$  = proporção do item alimentar  $i$  na dieta da espécie  $y$ .

### **2.4.2 Idade e crescimento**

#### **2.4.2.1. Verificação da técnica de leitura**

##### **a) Coeficiente de Variação**

Existem vários métodos desenvolvidos para comparar a precisão das estimativas de idade de peixes, aplicáveis quer ao estudo da consistência de um observador, quer à consistência entre estruturas analisadas. O facto de a estimativa de idade depender da visão humana, faz com esta seja muitas vezes induzida a certas subjetividade, isto porque tanto a visão como a decisão são influenciadas por fatores externos como fonte de iluminação, equipamentos ópticos e as diferentes técnicas usadas para a determinação de idade (Lai et al., 1996).

Por esta razão, são apontados dois erros inerentes à determinação de idade em peixes: erros que afectam o rigor e erros que afetam a precisão, sendo o primeiro definido em termos de métodos e o segundo em termos de idades individuais (Beamish & McFarlane, 1996).

No presente estudo, para análise da consistência nas leituras, recorreu-se ao coeficiente de variação (CV) proposto por Chang (1982) (Equação 13), que é a razão entre o desvio padrão e a média das leituras efectuadas e que indica a precisão na determinação de idade por parte de um mesmo leitor ou de diferentes metodologias.

$$CV = \frac{\text{Desvio padrão}}{\text{Média}} \quad (\text{Equação 2. 9})$$

#### 2.4.2.2. Modelos de crescimento

A chave idade comprimento consiste na composição de idades por classe de comprimento. Para descrever o crescimento em comprimento das sardinelas, calcularam-se os comprimentos médios à idade através das observações das distribuições de frequências por classes de comprimento e a utilização do ponto médio das respetivas classes.

##### a) Estimação dos parâmetros de crescimento e da idade pelo método direto

De entre os modelos que definem as curvas de crescimento, o proposto por von Bertalanffy é o mais utilizado por se ajustar a maioria dos dados de crescimento dos peixes (Lai et al., 1996). Por esta razão, este modelo foi escolhido para descrever o crescimento em comprimento de *Sardinella aurita* e *Sardinella maderensis*.

Os parâmetros de crescimento de von Bertalanffy  $k$  e  $t_0$  foram estimados a partir do método gráfico de von Bertalanffy. Este método foi sugerido por Von Bertalanffy em 1934, e permite estimar  $k$  (declive da reta) e  $t_0$  (cociente dos parâmetros –  $a/b$ ) a partir de dados de idade/comprimento conhecidos. O método gráfico de von Bertalanffy é mais consistente que o de Gullant e Holt (e o de Ford-Walford), pois ao se estimar o valor razoável de  $L_\infty$ , ele dá quase sempre uma estimativa razoável de  $K$ . O método é baseado na análise de regressão da seguinte fórmula:

$$-\ln(1-Lt/L) = -K*t_0 + K*t \quad (\text{Equação 2.10})$$

Onde: a idade  $t$  é a variável independente ( $x$ ) e  $(-\ln(1-L(t)/L))$  a variável dependente da regressão linear.

Contudo, o método necessita do valor de  $L_{\infty}$  como dado de entrada e que pode ser obtido de 3 formas:

- I- Nas amostras pequenas, usa-se simplesmente o peixe de maior tamanho;
- II- Numa amostra muito grande, pode-se usar a média dos comprimentos dos 10 maiores peixes;
- III- Um terceiro método é a utilização do método de Powell-Wetherall que não foi utilizado neste trabalho.

No presente estudo, o  $L_{\infty}$  foi obtido através da primeira opção, isto porque as amostras eram relativamente pequenas.

A equação de crescimento de von Bertalanffy pode ser expressa da seguinte forma:

$$L_t = L_{\infty} [1 - \exp^{-k(t-t_0)}] \quad (\text{Equação 2.11})$$

Onde:

$L(t)$  = comprimento total,

$L_{\infty}$  = comprimento assintótico,

$K$  = coeficiente de crescimento ou parâmetro de curvatura,

$t$  = idade do indivíduo (anos)

$t_0$  = parâmetro de condição inicial (idade teórica) a qual o comprimento é zero.

Depois de calculados os parâmetros, foi possível obter as seguintes equações para os sexos combinados:

$$\textit{Sardinella aurita}: L_t = 36 * [1 - \exp^{-0.38(t-0.52)}] \quad (\text{Equação 2.12})$$

$$\textit{Sardinella maderensis}: L_t = 36 * [1 - \exp^{-(-0.14(t-(-10)))}] \quad (\text{Equação 2.13})$$

A distribuição de comprimento por idade entre machos e fêmeas foi comparada através do teste não paramétrico de Kolmogorov-Smirnov, considerando  $\alpha=0.05$ .

#### **b) Estimação dos parâmetros de crescimento pelo método indireto**

Existem vários programas computacionais com ferramentas analíticas usadas em avaliação de manancial e gestão pesqueira, que permitem fazer a estimativa do crescimento, comprimento à idade, mortalidade e capturas e esforços. O programa LFDA é destinado principalmente à estimativa de parâmetros de crescimento de von Bertalanffy em escala

---

sazonal e não sazonal através de frequências de comprimentos. O programa permite a simulação de dados de comprimento sob uma variedade de suposições, cuja principal baseia-se na conversão de frequências de comprimento em grupos de idade (coortes) usando as curvas de crescimento ajustado (Kirkwood & Aukland, 2001).

No presente trabalho, os parâmetros de crescimento da equação de von Bertalanffy foram obtidos a partir da rotina ELEFAN I do programa LFDA que consistiu no ajuste de curvas de crescimento através de dados reestruturados de frequências de comprimentos. Os referidos parâmetros foram obtidos testando-se uma gama de valores de  $K$  e  $L_{\infty}$ , e escolheu-se os que melhor se ajustassem ao modelo. Assim, para *Sardinella aurita*, numa primeira tentativa utilizaram-se valores de  $k$  entre 0.1 à 1, tendo em conta a natureza da espécie e de  $L_{\infty}$  de 33 à 37cm. Desta, o programa estimou um  $L_{\infty}$  inferior que o valor máximo observado daí se ter alargado a gama de valores para o  $L_{\infty}$ , estando entre 36 e 38 cm, que permitiu estimar os valores considerados neste estudo. Para *Sardinella maderensis*, foram usados intervalos de  $K$  e  $L_{\infty}$  de 0.1 à 1 e 36 à 39 respectivamente, com base no máximo valor amostrado e, nos registos de tamanhos amostrados ao longo da sua área de distribuição.

#### 2.4.2.3. Relação peso-comprimento

Em biologia pesqueira, o estudo da relação peso-comprimento é essencial para estimar o peso correspondente a um dado comprimento (Gomiero & Braga, 2003), e para a determinação de possíveis diferenças entre populações separadas de uma mesma espécie. O crescimento pode ser isométrico ( $b=3$ ), alométrico positivo ( $b > 3$ ) e alométrico negativo ( $b < 3$ ). A estimação da relação peso-comprimento foi obtida pelo ajuste da curva exponencial ( $W = aL^b$ ) (Ricker, 1973) aos dados de comprimento agrupados por classes de 0,5 cm e pesos médios por classes de comprimento. (Equação 2.14)

Onde:  $W$  é o peso (g),  $L$  é o comprimento total (cm) e “ $a$  e  $b$ ” são as constantes, interceção ou ordenada na origem e declive da reta respectivamente. Os parâmetros  $a$  e  $b$  desta relação indicam a variação exponencial do peso (PT) em função do comprimento (CT).

Estes parâmetros foram estimados através de uma regressão linear, após a transformação das variáveis PT e CT em logaritmo (Ricker, 1973).

As diferenças entre machos e fêmeas em termos da relação peso-comprimento foi testada com o teste t-estudante (Zar, 2010), comparando o declive das retas.

#### 2.4.2.3.1 Fator de condição

O fator de condição é um indicador da condição ou estado fisiológico do peixe, e pode ser usado para comparar populações que vivem sobretudo em diferentes condições de alimentação e clima. Tem sido usado como um índice da intensidade alimentar e do crescimento (Fagade, 1979).

Quando o crescimento é isométrico ( $b=3$ ), emprega-se o fator de condição de Fulton: (K):  $K = (W \times 100) / L^3$ . Caso o crescimento for alométrico ( $b \neq 3$ ), pode-se usar  $K' = (W \times 100) / L^b$ . O fator de condição das sardinelas foi calculado mensalmente através da seguinte equação:  $K' = (W \times 100) / L^b$  (Equação 2.15)

Onde,

W = peso do corpo, L = comprimento e K = fator de condição.

Calculou-se finalmente a média mensal e respetivo desvio padrão para cada uma das espécies.

#### 2.4.2.4. Outras relações morfométricas

As análises morfométricas foram efetuadas utilizando dados agrupados por classes de comprimento. Para as medições do comprimento total (CT), comprimento à furca (CF), comprimento padrão (CP), altura do corpo (AC), comprimento da cabeça (CC) e diâmetro ocular (DO), ajustaram-se vários modelos de regressão linear simples ( $y = a + b \text{ CT}$ ) (Equação 4), usando o comprimento total como variável independente e cada uma das variáveis morfométricas separadamente como variável dependente. Os parâmetros “a e b” foram estimados usando a regressão linear dos mínimos quadrados (Zar, 1996).

### 2.4.3 Aspeto da atividade reprodutiva de *Sardinella aurita* e de *Sardinella maderensis*

#### 2.4.3.1. Proporção sexual e ogiva de maturação

O estudo da proporção sexual é crucial para o conhecimento da estrutura demográfica da população. No presente estudo, a proporção sexual foi expressa em termos do total do número de fêmeas em relação ao número de machos (F:M) (por mês com o grupo de tamanhos). Utilizou-se o teste de  $\chi^2$  (chi-quadrado) para verificar se a proporção F:M diferia significativamente da razão 1:1 (Spiegel, 1985).

Define-se como tamanho da primeira maturação, o comprimento a partir do qual 50% dos indivíduos estão sexualmente maduros. Para ambas espécies, foram classificados sexualmente maduros todos os exemplares que, através da observação macroscópica das gónadas, se encontravam nos seguintes estados de maturação: III- Maturação antes da Pré-desova, IV – Maturação em Pré-desova, V - Maduro em desova e V- Pós-desova. Para a construção da ogiva de maturação e determinação do comprimento médio da primeira maturação, foram usadas as proporções de indivíduos maduros. Para tal, para ambas espécies, utilizaram-se dados dos sexos combinados. Os dados obtidos foram ajustados à seguinte curva logística:

$$P_i = 1 / 1 + \exp [-r (L_t - L_{m_{50}})] \quad (\text{Equação 2.16})$$

Onde  $P_i$  é a proporção de indivíduos maduros na classe de comprimento  $L_t$ ,  $r$  e  $L_{m_{50}}$  são os parâmetros do modelo.

Para verificar as diferenças na distribuição de frequências por classes de comprimentos entre machos e fêmeas, foi feito o teste de Kolmogorov-Smirnov considerando  $\alpha=0.05$ .

#### 2.4.3.2. Índice gonado-somático

O índice gonado-somático (IGS) descreve o peso relativo das gónadas em relação ao peso do peixe, e é utilizado como um índice da atividade reprodutiva (Wootton, 1998). Calculou-se o índice gonado-somático separadamente para machos, fêmeas e sexos combinados, obtendo-se posteriormente um valor médio mensal e respetiva variância.

$$IGS = \frac{\text{peso da gónada}}{\text{peso do indivíduo}} \times 100 \quad (\text{Equação 2.17})$$

Para verificar as variações do IGS relativamente a condição dos indivíduos ( $K'$ ), procedeu-se o teste de correlação de Spermen.

---

## **3 RESULTADOS**

### 3. Resultados

#### 3.1. Descrição das Amostras

##### 3.1.1 *Sardinella aurita*

Para o período em estudo, foram amostrados 790 exemplares de *Sardinella aurita* com amplitudes em comprimento de 13 e 36 cm, e em peso de 26,8 e 429.5 g (fig. 3.1). Ambos os indivíduos de maior e menor comprimento foram amostrados em Março. Verificou-se que as maiores frequências ocorreram nas classes intermédias, entre a 28.5 e 32.5 cm, sendo a classe 32 a dominante (74 exemplares) (fig. 3.1 A).

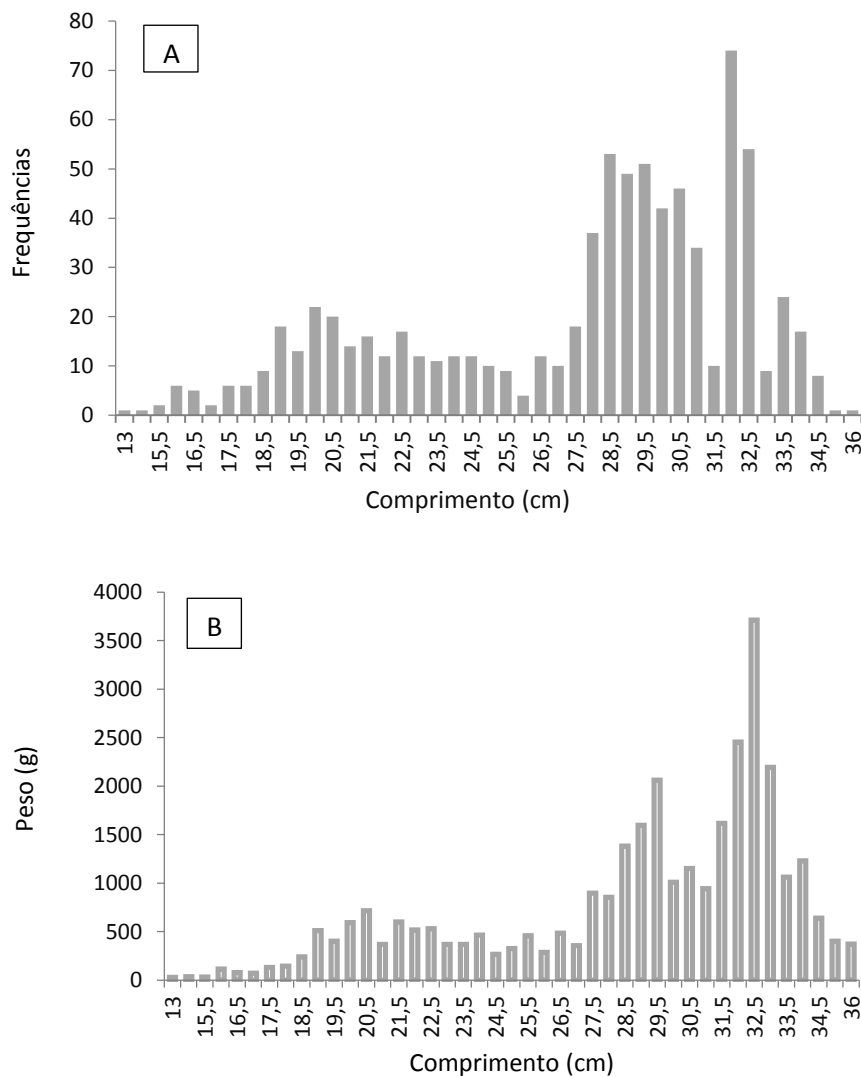


Figura 3.1. Caracterização da amostra de exemplares de *Sardinella aurita* pela distribuição de frequências de comprimentos (A) e pesos totais (B) de indivíduos capturados na costa sul de Angola entre Janeiro e Abril de 2015.

### 3.1.2. *Sardinella maderensis*

Os comprimentos e pesos totais dos 1632 indivíduos de *Sardinella maderensis* amostrados durante os 4 meses estão graficamente representados na Figura 3.2, separados em 33 classes de comprimento, as quais apresentaram uma amplitude de comprimentos que abrangeu valores entre 28 e 36 cm, e pesos entre 135,5 e 412 g. Notou-se portanto, que esta distribuição se assemelha a uma distribuição unimodal normal, em que as maiores frequências estavam concentradas nas classes intermédias, sendo a classe 32.5 a mais frequentem amostrada ou seja, a melhor representada, com 288 exemplares (17,65% da população amostrada). É importante realçar a ausência de indivíduos de dimensões inferiores a 28 cm, assim, a amostra não apresenta exemplares juvenis.

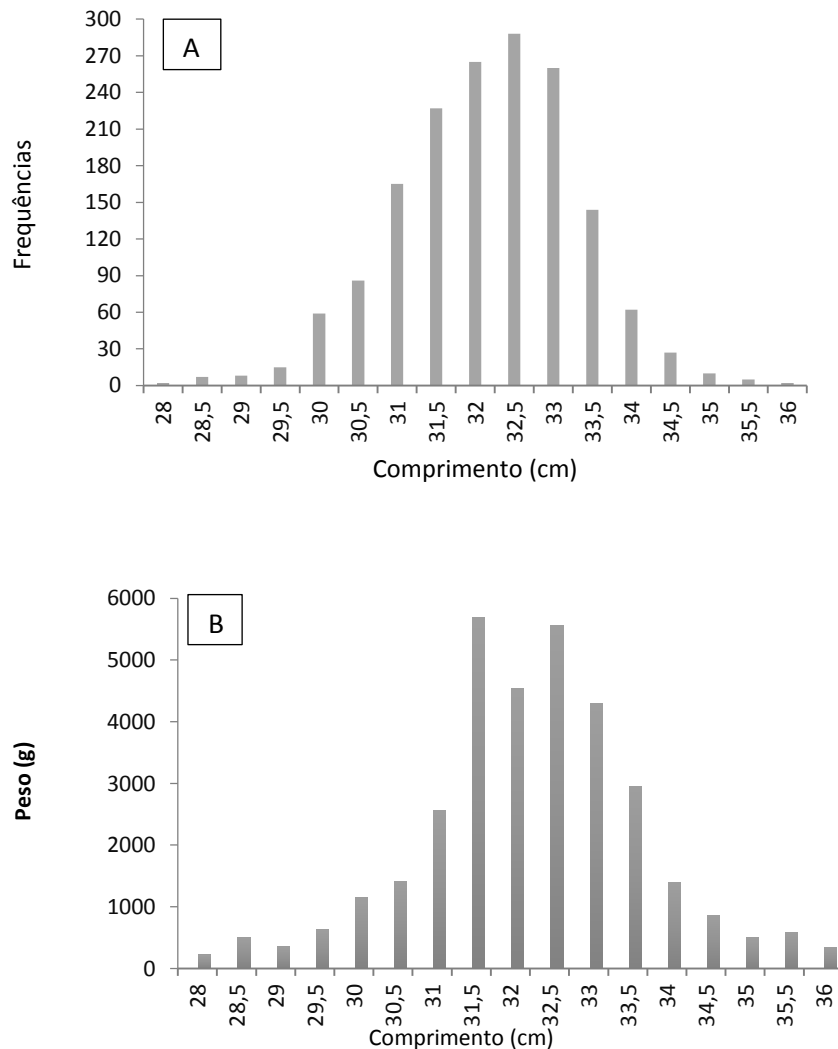


Figura 3.2. Caracterização da amostra de exemplares de *Sardinella maderensis* pela distribuição de frequências de comprimentos totais (A) e pesos totais (B) de indivíduos capturados na costa sul de Angola entre Janeiro e Abril de 2015.

## 3.2. Composição da dieta das sardinelas

### 3.2.1.1. Composição da dieta de indivíduos de *Sardinella aurita*

Na figura 3.3 é apresentado as percentagens da intensidade alimentar. Os resultados mostram que a maior parte dos estômagos encontravam-se relativamente vazios, sendo que mais de metade dos estômagos apresentou uma intensidade alimentar de 2/4 (53.57%). Sessenta e três estômagos dos 140 encontravam-se completamente vazios, conferindo um coeficiente de vacuidade (C.V) de 45%. A atividade alimentar foi avaliada pelo índice de repleção (IR), cujo valor foi 0.003.

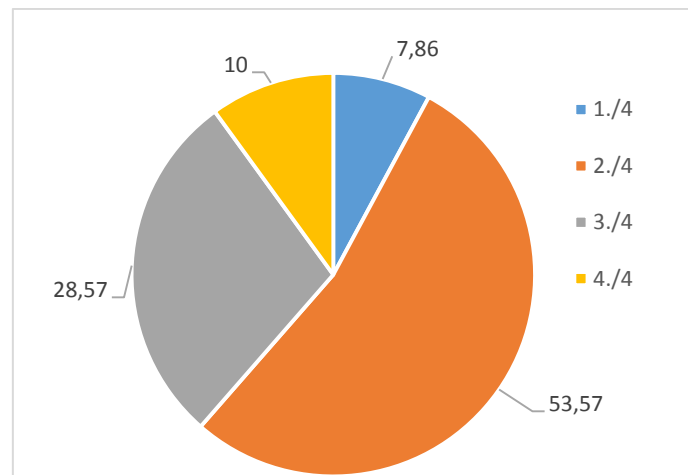


Figura 3.3. Percentagem da intensidade alimentar de exemplares de *Sardinella aurita*.

A dieta de *Sardinella aurita* consistiu predominantemente de zooplâncton (71.02%) seguido de fitoplâncton (28.98%). Os itens alimentares foram agrupados em 28 taxa (Tabela 3.1). Os crustáceos foram representados por 13 taxa, dos quais os copépodes (principalmente Calanoida) mostraram a maior contribuição na dieta de *Sardinella aurita* em termos de %Pn, %Fo, Q e IIR, com destaque: *Calanoides carinatus* (%Pp=19.11%; %Pn=17%; %Fo=54,55%; Q=328; IIR=955,5%), *Oncaea media* (%Pp=10.47%; %Pn=9.3%; %Fo=68.8%; Q=97.3; IIR=650.3%), *Oncaea clavei* (%Pp=16.1%; %Pn=6.83%; %Fo=54,55%; Q=110.2; IIR=388.9%) (fig. 3.4). Ainda no grupo de zooplâncton, os ovos de peixe (clupeídeos) contribuíram significativamente na dieta de *Sardinella aurita*, principalmente em %Pp, %Fo e IIR (9.86%, 36.36% e 52.5 respectivamente).

Uma variedade de fitoplâncton foi consumido por *Sardinella aurita*, principalmente as diatomáceas *Coscinodiscus* (%Pn e %Fo), os dinoflagelados *Peridinium* (%Pn e %Fo) e os Tintinídeos (%Pn e %Fo) (fig. 3.4).

Em termos de importância alimentar (considerando apenas o grupo de zooplâncton), foi considerado como presas primárias os copépodes ( $Q= 651.83$ ), e as outras presas como acidentais ( $Q=16.79\%$ ) (Tabela 3.2). Relativamente a percentagem de canibalismo, os resultados obtidos indicaram um valor de 36.36%.

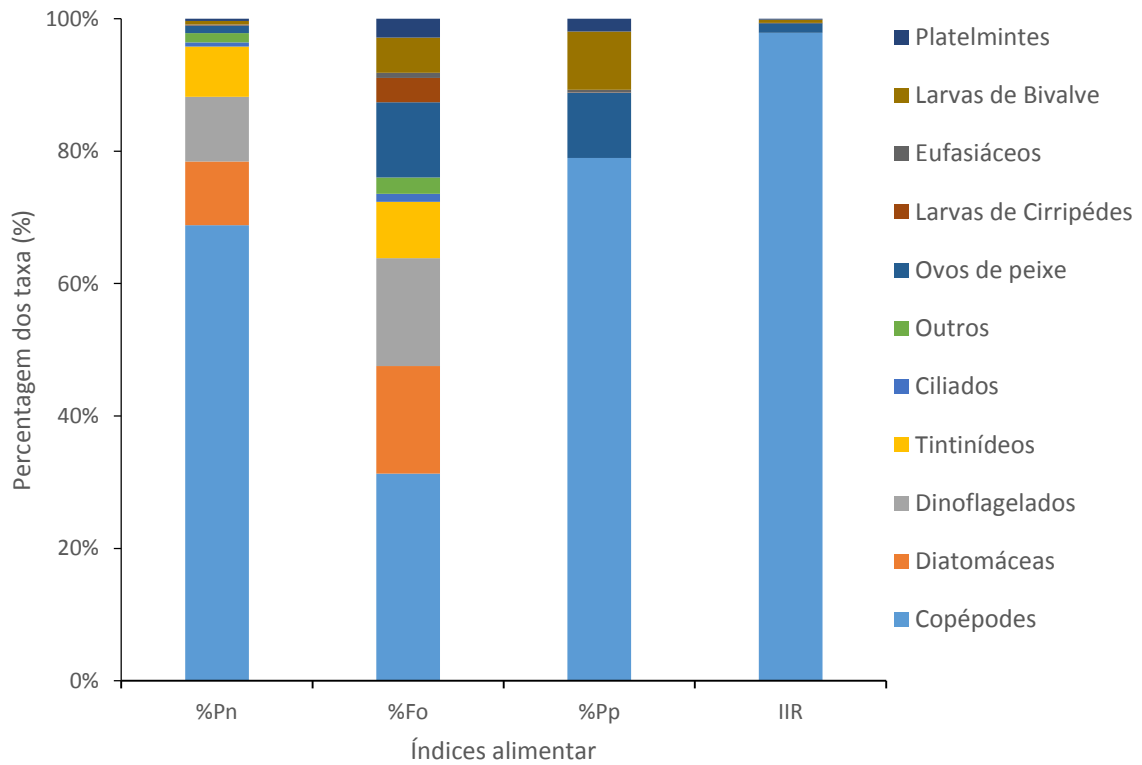


Figura 3.4. Distribuição dos grupos integrantes da dieta de *Sardinella aurita* expressos em percentagem numérica (%Pn), frequência de ocorrência (%Fo), percentagem em peso (Pp%), e índice de importância relativa (IIR).

Tabela 3.1. Composição da dieta de exemplares de *Sardinella aurita* expressa em percentagem em peso (%Pp), percentagem em número (%Pn), frequência de ocorrência (%Fo), coeficiente alimentar (Q) e índice de importância relativa (IIR).

Taxa/Presas	%Pp	%Pn	%Fo	Q	IIR
<b>Diatomáceas</b>	-			-	-
<i>Coscinodiscus</i>	-	5,56	16,88	-	-
<i>Rhizosolenia</i>	-	0,44	6,49	-	-
N/I	-	3,63	28,57	-	-
<b>Dinoflagelados</b>					
<i>Peridinium</i>	-	4,04	14,29	-	-
<i>protoperidinium</i>	-	0,11	1,30	-	-
<i>Ceratium</i>	-	1,22	6,49	-	-
<i>Dinophysis</i>	-	3,89	5,19	-	-
<i>Prorocentrum</i>	-	0,15	1,30	-	-
N/I	-	0,33	23,38	-	-
<b>Protistas Fagotróficos</b>					
Tintínídeos	-	7,56	27,27	-	-
Ciliados (Strombidinopsis)	-	0,67	3,90	-	-
<b>Outros</b>	-	1,37	7,79	-	-
<b>Crustáceos</b>					
<b>Copépodes Calanoida</b>					
<i>Calanoides carinatus</i>	19,11	17,17	54,55	328,13	955,5
<i>Limnocalanus macrurus</i>	1,24	6,91	41,56	8,56	288,3
<i>Labidocera wollastoni</i>	1,89	0,46	16,88	0,87	9,6
<i>Paracalanus parvus</i>	8,90	2,63	36,36	23,42	104,6
<i>Microcalanus pusillus</i>	5,71	1,04	9,09	5,93	15,1
<b>Copépodes Harpactocoida</b>					
<i>Microsetella rosea</i>	2,51	1,71	29,87	4,30	53,7
<i>Microsetella norvegica</i>	0,37	0,85	14,29	0,31	12,4
<b>Copépodes Poecilostomatoidea</b>					
<i>Oncaea media</i>	10,47	9,30	68,83	97,30	650,3
<i>Oncaea waldemari</i>	8,84	2,54	36,36	22,41	101,0
<i>Oncaea clavei</i>	16,12	6,83	54,55	110,20	388,9
<i>Oncaea venusta</i>	1,13	0,32	14,29	0,36	5,7
Cop Não ident	2,64	18,96	50,65	50,04	963,0
<b>Outros crustáceos</b>					
Larvas de cirrípedes	0,04	0,09	11,69	0,00	1,1
Eufasiáceos	0,41	0,04	2,60	0,02	0,5
<b>Moluscos</b>					
Larvas de Bivalves	8,78	0,52	16,88	4,56	17,5
<b>Peixe</b>					
Ovos de Clupeídeos	9,86	1,17	36,36	11,55	52,5
Escamas	0,03	0,15	1,30	0,00	0,2
<b>Outros</b>					
Platelmintes	1,93	0,34	9,09	0,66	5,0

Tabela 3.2. Classificação das presas encontradas nos estômagos de *Sardinella aurita* quanto à importância alimentar (Q).

Presas primárias	Presas secundárias	Presas acidentais
Copépodes		Outros

### 3.2.1.2 Composição da dieta de indivíduos de *Sardinella maderensis*

Foram analisados 123 estômagos de *Sardinella maderensis* dos quais apenas 16.24 % (C.V) encontravam-se vazios. A contribuição do peso dos estômagos relativamente ao peso total do peixe foi de 0.004. Quase metade do total de estômagos analisados apresentou um grau de enchimento de 2/4 (47,97%) (fig. 3.5).

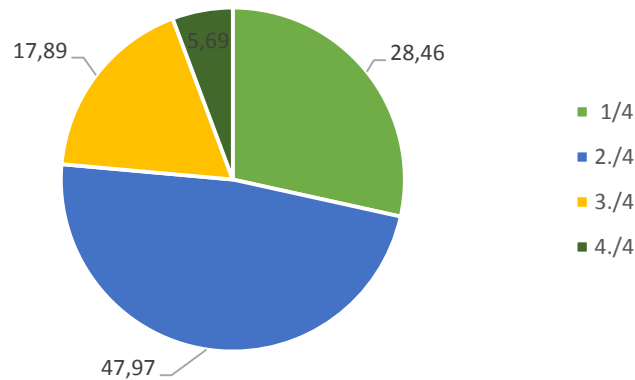


Figura 3.5. Percentagem da intensidade alimentar de exemplares de *Sardinella maderensis*.

Os resultados da análise da dieta estão sumarizados na Tabela 3.3, e representados graficamente na figuras 3.6, onde são apresentados os valores de abundância relativa, percentagem em número e frequência de ocorrência que descrevem quantitativamente a dieta, e índice de importância relativa e coeficiente alimentar que descrevem qualitativamente a dieta.

Um total de 30 taxa compõem a dieta de *Sardinella maderensis*, que quando distribuídos em grupos, apresentam-se da seguinte forma: em termos de abundância relativa (%Pn), aproximadamente 61.82 % dos itens encontrados foram fitoplâncton, sendo 32,65 % representados por diatomáceas, 12,17% por dinoflagelados e 17 % foram protistas fagotróficos representados por tintinidos e ciliados (Tabela 3.3).

O grupo de crustáceos foi representado por 16 taxa, sendo o grupo com maiores valores de %Pp, e %Fo, Q e IIR (fig. 3.6), tendo sido representados principalmente por copépodes, nomeadamente: *Calanoides carinatus*, *Microsetella rosea*, *M. norvegica*, *Oncaea media* e *O. clavei*. Também foram encontrados ovos de peixes, que tiveram uma contribuição notável na dieta de *Sardinella maderensis* em termos de %Pp, %Fo e IIR. De acordo com o índice de importância alimentar (considerando apenas o grupo de zooplâncton), as principais presas de *Sardinella maderensis* foram os copépodes (Q=278,5), as presas secundárias os ovos de peixe (Q=20.4) e as demais presas estiveram na categoria de presas acidentais (Q=4.6) tabela 3.4. Foi também analisado a percentagem de canibalismo, e os resultados evidenciam que os ovos de peixe ocorreram em 41.5% do total de estômagos analisados.

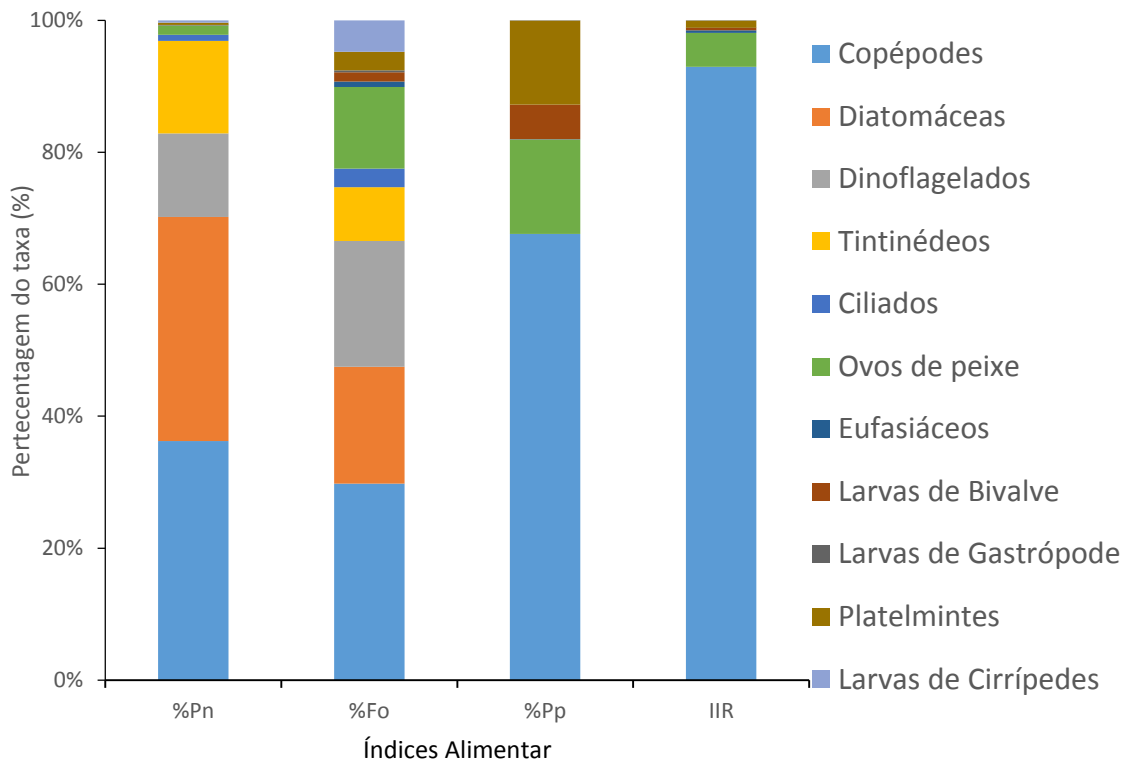


Figura 3.6. Distribuição dos grupos integrantes da dieta de *Sardinella maderensis* expressos em percentagem numérica (%Pn), frequência de ocorrência (%Fo), percentagem em peso (Pp%) e índice de importância relativa (IIR).

Tabela 3.3. Composição da dieta de exemplares de *Sardinella maderensis* expressa em porcentagem em peso (%Pp), porcentagem em número (%Pn), frequência de ocorrência (%Fo), coeficiente alimentar (Q) e índice de importância relativa (IIR).

Taxa/Espécies	%Pp	%Pn	%Fo	Q	IIR
<b>Diatomáceas</b>	-			-	-
<i>Coscinodiscus</i>	-	23.41	21.7	-	-
<i>Rhizosolenia</i>	-	1.41	7.5	-	-
N/I	-	7.83	9.4	-	-
Total		<b>32.65</b>			
<b>Dinoflagelados</b>					
<i>Peridinium</i>	-	9.81	21.7	-	-
<i>Ceratium</i>	-	1.21	8.5	-	-
<i>Dinophysis</i>	-	1.05	8.5	-	-
<i>Prorocentrales</i>	-	0.04	0.9	-	-
<i>Protoberidinium</i>	-	0.08	1.9	-	-
Total		<b>12.19</b>			
<b>Protistas Fagotróficos</b>					
Tintinídeos	-	13.48	18.9	-	-
Ciliados	-	0.89	4.7	-	-
Outros	-	3.59	7.5	-	-
Total		<b>17.96</b>			
<b>Crustáceos</b>					
<b>Copépodes Calanoida</b>					
<i>Calanoides carinatus</i>	7.41	4.99	49.1	37.0	252.1
<i>Limnocalanus macrurus</i>	2.73	0.98	28.3	2.7	30.4
<i>Labidocera wollastoni</i>	0.56	0.01	0.9	0.0	0.6
<i>Pseudocalanus elongatus</i>	0.29	0.22	1.9	0.1	0.7
<i>Microcalanus pusillus</i>	3.22	0.31	6.6	1.0	5.3
<i>Paracalanus parvus</i>	6.94	0.40	20.8	2.7	15.2
<i>Candacia armata</i>	0.00	0.01	0.9	0.0	0.0
<b>Copépodes Harpatocoida</b>					
<i>Microsetella rosea</i>	1.46	5.97	11.3	8.7	69.1
<i>Microsetella norvegica</i>	0.41	3.81	8.5	1.6	32.8
<b>Copépodes Poecilostomatoida</b>					
<i>Oncaea media</i>	12.78	6.72	58.5	85.8	405.6
<i>Oncaea clavei</i>	13.77	5.68	49.1	78.2	292.5
<i>Oncaea waldemari</i>	8.86	1.15	29.2	10.2	42.6
<i>Oncaea venusta</i>	0.67	0.11	5.7	0.1	1.3
Cop Não ident	8.53	4.73	26.42	40.37	133.48
Outros Custráceos					
Larvas de Cirrípedes	0.02	0.34	16.0	0.0	5.5
Eufasiáceos	0.02	0.03	2.8	0.0	0.1
<b>Moluscos</b>					
Larvas de Bivalve	5.26	0.05	4.7	0.3	5.5
Larvas de Gastrópodes	0.00	0.01	0.9	0.0	0.0
<b>Peixe</b>					
Ovos de Clupeídeos	14.32	1.37	41.5	19.7	71.3
<b>Outros</b>					
Platelmintes	12.75	0.31	9.4	4.0	15.7

Tabela 3.4. Classificação das presas encontradas nos estômagos de *Sardinella maderensis* quanto à importância alimentar (Q).

Presas principais	Presas secundárias	Presas acidentais
Copépodes	Ovos de peixe	Outras

### 3.2.2. Seletividade Alimentar

#### 3.2.2.1. *Sardinella aurita*

Relativamente à estratégia alimentar do predador, os dados de dieta para os exemplares de *Sardinella aurita* mostraram um comportamento generalista na seleção de alimento (fig. 3.7). Verificou-se uma preferência por copépodes por parte dos predadores, sendo estes responsáveis por mais de 65% da dieta, ocorrendo em 100% dos estômagos.

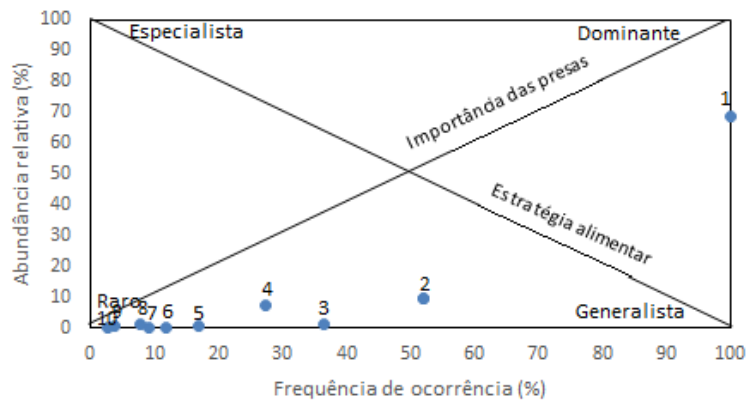


Figura 3.7. Análise gráfica de Costello (adaptado de Costello (1990)) para os exemplares de *Sardinella aurita*; 1-Copépodes; 2- Diatomáceas e dinoflagelados; 3- Ovos de clupeídeos; 4- Tintinídeos; 5- Larvas de bivalve; 6- Larvas de cirrípedes; 7- Platelminthes; 8- Outros; 10- Eufasiáceos.

#### 3.2.2.2. *Sardinella maderensis*

Os resultados da seletividade em relação a importância das presas evidenciaram uma dominância de copépodes na dieta de *Sardinella maderensis*, em frequência de ocorrência (100%). (fig. 3.8). Verificou-se também a participação ativa de outros grupos na dieta, como é o caso das diatomáceas (59.4% de ocorrência e 35% de abundância relativa) e daqueles com participação reduzida na dieta do predador como é o caso dos platelmintes (9.4 e 0.3 para %Pn e %Fo). A distribuição dos pontos indicara uma estratégia generalista por parte do predador.

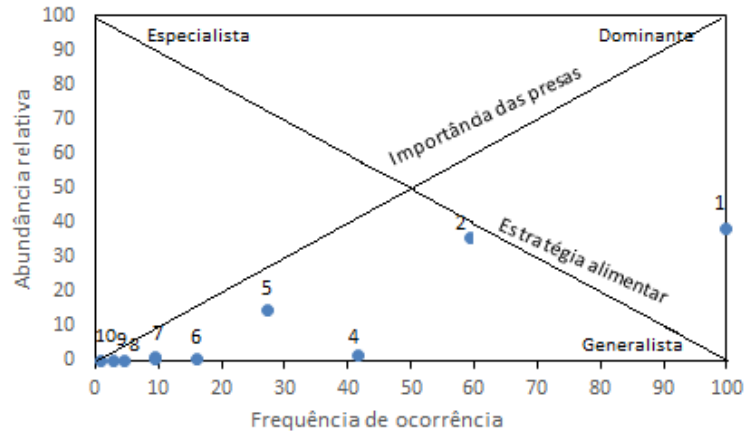


Figura 3.8. Análise gráfica de Costello (adaptado de Costello (1990)) para os exemplares de *Sardinella maderensis*; 1- Copépodos; 2-Diatomáceas; 3- Dinoflagelados; 4- Ovos de clupeídeos; 5- Tintinídeos; 6- Larvas de cirrípedes; 7- Ciliados e Platelminthes; 8- Larvas de bivalve; 9- Eufasiáceos; 10- Larvas de gastrópode.

### 2.2.3. Sobreposição da dieta de *Sardinella aurita* e *Sardinella maderensis*

Para analisar a sobreposição na dieta de *Sardinella aurita* e *Sardinella maderensis*, foi aplicado o índice de sobreposição de Schoener e a percentagem de sobreposição foi de 72,59%.

## 3.3. Idade e crescimento de *Sardinella aurita* e *Sardinella maderensis* da costa Sul de Angola

### 3.3.1. Chave idade-comprimento

As tabelas 3.5 até 3.7 apresentam as chaves idade-comprimento para os exemplares de *Sardinella aurita*, ao passo que nas tabelas 3.8 até 3.10 apresentam-se as chaves idade-comprimento para os exemplares de *Sardinella maderensis*. Para as três leituras, o coeficiente de variação mostrou percentagens similares nas duas últimas leituras, sendo a primeira 42,3 % e a segunda 41,7% para *Sardinella aurita* e 33,9 % e 32,5% para *Sardinella maderensis* respetivamente. Assim sendo, escolheu-se as últimas leituras para a atribuição de idades.

**3.3.1.1. *Sardinella aurita***

Devido a dificuldade de remoção de otólitos de *Sardinella aurita*, do total de exemplares previstos para a determinação de idade, apenas extraíram-se otólitos de 111 exemplares dos quais 108 foram lidos com sucesso (97.3%) e 3 (2.7%) foram rejeitados. Os 108 indivíduos de *Sardinella aurita* distribuem-se em 7 idades (Tabela 4.I), sendo a idade 2 a melhor representada (n= 32). Verificou-se que as frequências de comprimento estavam sobrepostas, especialmente nos anos 2,3,4 e 5.

Tabela 3.5. Chave idade-comprimento obtida pela leitura de otólitos inteiros de *Sardinella aurita* para os sexos combinados.

Classes de Comprimento (cm)	Idade (anos)							Total
	2	3	4	5	6	7	8	
15	1							1
16		1						1
16.5	1							1
17	3	1						4
17.5		2						2
18	1							1
18.5	1	2						3
19	2		2					4
19.5	1	2						3
20	3	2	1					6
20.5	1	3	1					5
21	2	1	1					4
21.5	5	1						6
22	4		2					6
22.5	1							1
23		1		1				2
23.5	2	1						3
24			2					2
24.5	2	1						3
25		1		1				2
27				1				1
27.5								0
28			2	1				3
28.5	2			2				4
29								0
29.5			1	1				2
30			1					1
30.5			1		1			2
31			1	3	1			5
31.5			2	2	1			5
32				2	2			4
32.5			2		3			5
33			1	1	1			3
33.5					1	7		8
34				1	1	2		4
34.5							1	1
<b>Total</b>	32	19	20	16	11	9	1	<b>108</b>
<b>Desv. Padrão</b>	27.552	16.305	21.8418	27.325	1.369	120.65		
<b>Média</b>	20.94	20.21	26.48	29.78	26.59	33.61	34.5	

Para as fêmeas, foram observados 51 otólitos que se distribuíram em 7 idades (Tabela 3.6), sendo a idade 2 anos a melhor representada (n=12). Verificou-se uma maior sobreposição de frequência de comprimento para as idades 2, 4 e 5.

Tabela 3.6. Chave idade - comprimento obtida pela leitura de otólitos inteiros de fêmeas de *Sardinella aurita*.

Classes de Comprimento	Idades (anos)							Total
	2	3	4	5	6	7	8	
17	1							1
17.5		2						2
18.5	1							1
19			1					1
19.5	1							1
20	2							2
21	1	1						2
21.5	1							1
22	4	2						6
22.5	1							1
23				1				1
23.5	2	1						3
24			1					1
24.5				1				1
25			1	1				2
28			3	1				4
28.5				1				1
29.5			1	1				2
30			1					1
30.5			1					1
31				1				1
31.5				1	1			2
32				1	2			3
32.5			2					2
33				1	1			2
33.5					1	1		2
34				1	1	1		3
34.5							1	1
<b>Total</b>	12	6	11	11	6	2	1	51
<b>Desv.Padrão</b>	20.06	11.75	22.15	14.86	22.24	19.49		
<b>Média</b>	24.75	20.58	27.91	29.09	32.67	33.75	34.5	

Para os machos de *Sardinella aurita*, foram observados 41 otólitos, distribuídos por cinco idades (Tabela 3.7). A idade 2 também foi a melhor representada, e a 6 a pior representada (n=2). Não foram observados indivíduos pertencentes às idades 7 e 8.

Tabela 3.7. Chave idade - comprimento obtida pela leitura de otólitos inteiros de machos de *Sardinella aurita*.

Classes de Comprimento	Idade (anos)					6 Total
	2	3	4	5	6	
17	1	1				2
18.5		1				1
19	2					2
20	2					2
20.5	1	2				3
21	1		1			2
21.5	3	1				4
23		1				1
24			1			1
24.5	1	1				2
27				1		1
28.5				1		1
29.5				1		1
30.5					1	1
31			1	2	1	4
31.5			2	1		3
32				1		1
32.5					3	3
33			4		2	6
<b>Total</b>	11	7	9	7	7	41
<b>Desv.Padrão</b>	18.68	12.45	19.54	20.46	38.25	
<b>Média</b>	20.68	21.21	23.17	30.07	32.14	

### 3.6.1.2. *Sardinella maderensis*

O tamanho dos peixes dos quais os otólitos foram extraídos variou entre 28 e 36 cm (Tabela 3.8). Um total de 128 pares de otólitos foram extraídos para a determinação de idade, dos quais, 117 otólitos inteiros foram determinados com sucesso (91.4%) e 11 foram rejeitados por não terem estado em boas condições (8.6%). Para os sexos combinados, verificou-se a existência de 6 idades, sendo a idade 6 a mais representada (n= 39), tendo sido verificada uma sobreposição de frequência de comprimento para as idades 5 e 6. Para os sexos separados, foram observados 43 pares otólitos de machos (Tabela 3.9) e 73 de fêmeas (Tabela 3.10), os quais distribuíram-se em seis idades, sendo a idade 6 para ambos os sexos, a melhor representada (n=16 e n= 23 para machos e fêmeas respectivamente) e a idade 3 a menos representada.

Devido aos tamanhos dos exemplares amostrados, as idades 0-2 não ocorreram na amostra. Foram cerca de 38% de machos e 62% de fêmeas, e as diferenças entre sexos de acordo com os comprimentos médios à idade não são estatisticamente diferentes ( $p > 0.05$ ).

Tabela 3.8. Chave idade-comprimento obtida pela leitura de otólitos inteiros de *Sardinella maderensis* para os sexos combinados.

Classes de Comprimento	Idade (anos)						Total
	3	4	5	6	7	8	
28			1				1
29.5	1						1
30	1	3	5				9
30.5	1	1	2	4			8
31		1	3	4	1		9
31.5	2	2	2	5	2		13
32	1	1	4	6	2		14
32.5			7	2	4	2	15
33			4	7	3	2	16
33.5			2	5	2	2	11
34		1	2	2	1	2	8
34.5		1		3	2		6
35			1	1	1		3
35.5						2	2
36						1	1
<b>Total</b>	6	10	33	39	18	11	117
<b>Desv. Padrão</b>	20.09	28.43	66.37	74.27	39.37	30.80	
<b>Média</b>	30.83	31.50	32.05	32.45	32.89	33.91	

Tabela 3.9. Chave idade-comprimento obtida pela leitura de otólitos inteiros de machos de *Sardinella maderensis*.

Classes de comprimento	Idades (anos)						Total
	3	4	5	6	7	8	
29.5	1						1
30		1					1
30.5	1		2	1			4
31		2	3	2			7
31.5		2		3	1		6
32	1	1	2	3	1		8
32.5			2	2	2		6
33			1	2			3
33.5				2	1		3
34		1					1
35				1	1		2
36						1	1
<b>Total</b>	3	7	10	16	6	2	44
<b>Desv. Padrão</b>	13.88	25.40	36.20	34.30	23.11	20.23	
<b>Média</b>	31.67	31.57	31.60	32.25	32.83	35	

Tabela 3.10. Chave idade-comprimento obtida pela leitura de otólitos inteiros de fêmeas de *Sardinella maderensis*.

Classes de Comprimento	Idade (anos)						Total
	3	4	5	6	7	8	
28			1				1
30	1	3	1				9
30.5			1	3			4
31				2	1		3
31.5	2	1		2	1		6
32			2	2	1		5
32.5			6		2		8
33			2	5	3	2	12
33.5			2	3	2	2	9
34			2	2	1	2	7
34.5				3	2	1	6
35				1			1
35.5						2	2
<b>Total</b>	3	4	17	23	13	9	73
<b>Desv. Padrão</b>	19.42	26.73	54.05	47.63	31.71	28.44	
<b>Média</b>	31	30.38	32.26	32.72	32.96	34.06	

### 3.3.2. Estimativa dos parâmetros de crescimento pelo método direto

O crescimento das populações de *Sardinella aurita* e *Sardinella maderensis* foi descrito em bases anuais pela equação de crescimento de von Bertalanffy.

Na tabela 3.11 são apresentados os comprimentos médios à idade, ao passo que na tabela 3.12 apresentam-se os parâmetros de crescimento de von Bertalanffy calculados a partir do modelo gráfico de von Bertalanffy, e os respectivos desempenho de crescimento para machos, fêmeas e sexos combinados de ambas espécies. Os exemplares de *Sardinella aurita* utilizados para o cálculo dos parâmetros de crescimento pertenciam a sete idades (2-8). Não houve diferenças significativas nos comprimentos médios à idade entre machos e fêmeas. ( $p > 0.05$ ). Para *Sardinella maderensis*, os exemplares pertenciam a seis idades (3-8), cujos comprimentos médios à idade entre os sexos também não diferiam significativamente ( $p > 0.05$ ). O índice de desempenho de crescimento associado a estes parâmetros foi igualmente calculado, e mostra poucas variações entre os sexos para ambas espécies (Tabela 3.12).

Tabela 3.11. Comprimento médio (cm) à idade estimado para machos, fêmeas e sexos combinados dos indivíduos de *Sardinella aurita* e *Sardinella maderensis* provenientes de pescarias comerciais da costa sul de Angola.

Idade	<i>Sardinella aurita</i>			<i>Sardinella maderensis</i>		
	Machos	Fêmeas	Combinados	Machos	Fêmeas	Combinados
2	20.682	21.2	20.9			
3	21.214	20.6	20.2	31.7	31	30.83
4	23.167	27.9	26.5	31.6	30.4	31.50
5	30.071	29.1	29.8	31.6	32.26	32.05
6	32.143	32.7	26.6	32.3	32.7	32.45
7		33.8	33.6	32.8	33.0	32.89
8		34.5	34.5	35.0	34.1	33.91
N	41	51	108	44	73	117

Tabela 3.12. Parâmetros de crescimento de von Bertalanffy e respectivos desempenho de crescimento calculados com base no comprimento médio à idade dos indivíduos de *Sardinella aurita* e *Sardinella maderensis* capturados ao longo da costa Sul de Angola.

Parâmetros	<i>Sardinella aurita</i>			<i>Sardinella maderensis</i>		
	Machos	Fêmeas	Combinados	Machos	Fêmeas	Combinados
$L_{\infty}$ (mm)	33.5	36	36	36	35.5	36
$k$ (ano <sup>-1</sup> )	0.57	0.41	0.38	0.25	0.28	0.14
$t_0$ (ano)	1.06	0.44	0.51	-4.44	-5.36	-10.67
$\emptyset'$	2.81	2.73	2.69	2.5	2.46	2.27
n	41	51	108	44	73	117

### 3.3.2.1. *Sardinella aurita*

Na figura 3.9, estão traduzidos graficamente as curvas de crescimento de von Bertalanffy estimadas para os machos, fêmeas e sexos combinados de *Sardinella aurita*. De acordo com o modelo gráfico de von Bertalanffy, o comprimento máximo teórico para *Sardinella aurita* foi de 36 cm que corresponde ao maior indivíduo amostrado. Os gráficos resultantes mostram que o modelo não convergiu quando se considerou o total de indivíduos amostrados e os sexos separados. Para os machos, obteve-se um  $L_{\infty}$  de 33,5 e um  $K$  de 0.57, ao passo que para as fêmeas, foi observado um  $L_{\infty}$  de 36 e um  $K$  de 0.41. Analisando os sexos combinados, verificou-se um valor do coeficiente de crescimento ( $K$ ) inferior aos observados nos sexos separados (0.34).

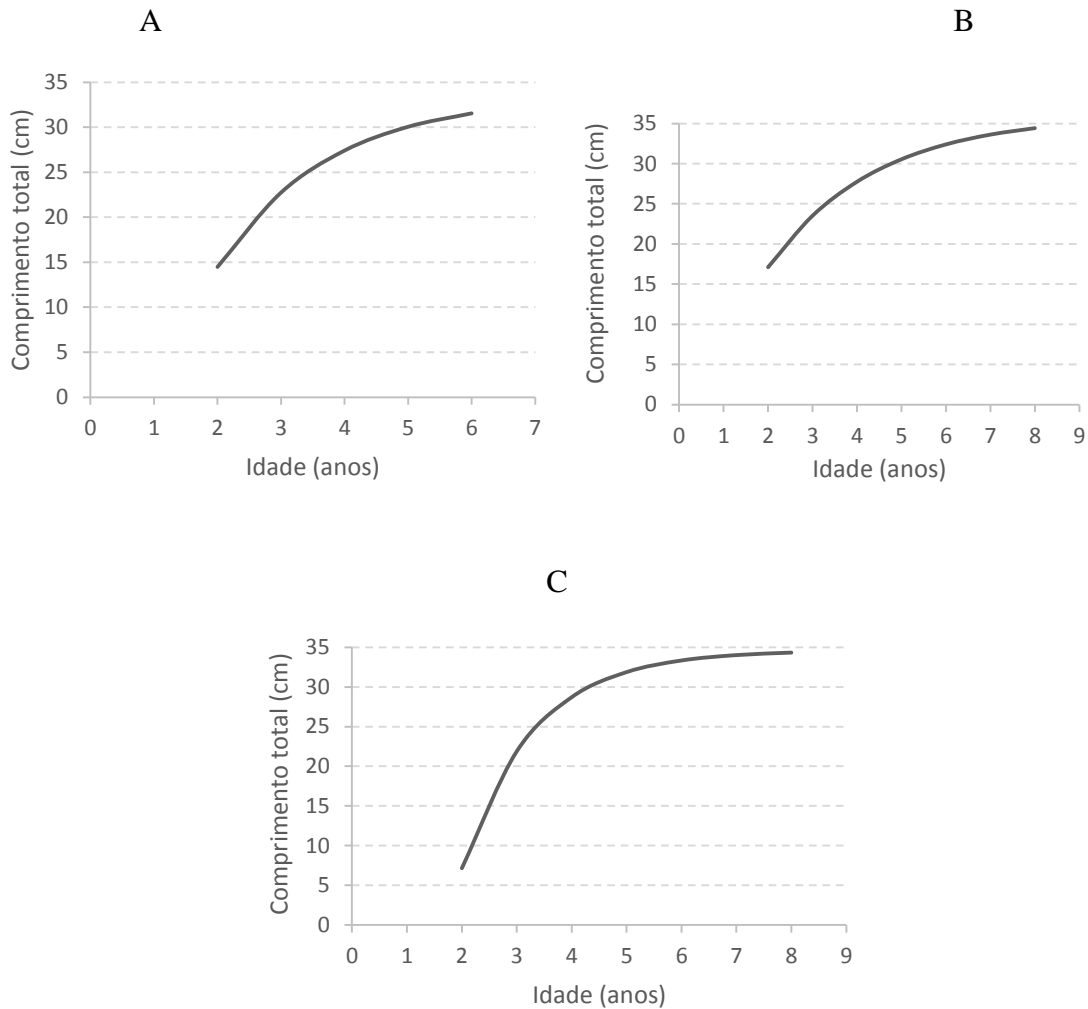


Figura 3.9. Curvas de crescimento de von Bertalanffy ajustadas aos comprimentos totais médios por idade para o total de machos (A), fêmeas (B) e sexos combinados (C) de *Sardinella aurita* da costa sul de Angola.

### 3.3.2.2. *Sardinella maderensis*

Considerando um valor de  $L_{\infty} = 36$  para os sexos combinados de *Sardinella maderensis* obtido a partir do maior indivíduo amostrado, foram estimados o valor de  $K$  e  $t_0$  e construídas as curvas de crescimento de von Bertalanffy (fig. 3.10). Para os sexos analisados separadamente, os valores dos parâmetros foram:  $K = 0.25$  e  $L_{\infty} = 36$ , e  $K = 0.23$  e  $L_{\infty} = 35.5$  para machos e fêmeas respectivamente. Ao se analisar os sexos em conjunto, o valor de  $K$  foi inferior ao valor dos sexos analisados separadamente (0.14). Estes resultados refletem a seletividade da amostra, sendo que não se fizeram representar indivíduos das classes de comprimento inferiores a 28 cm.

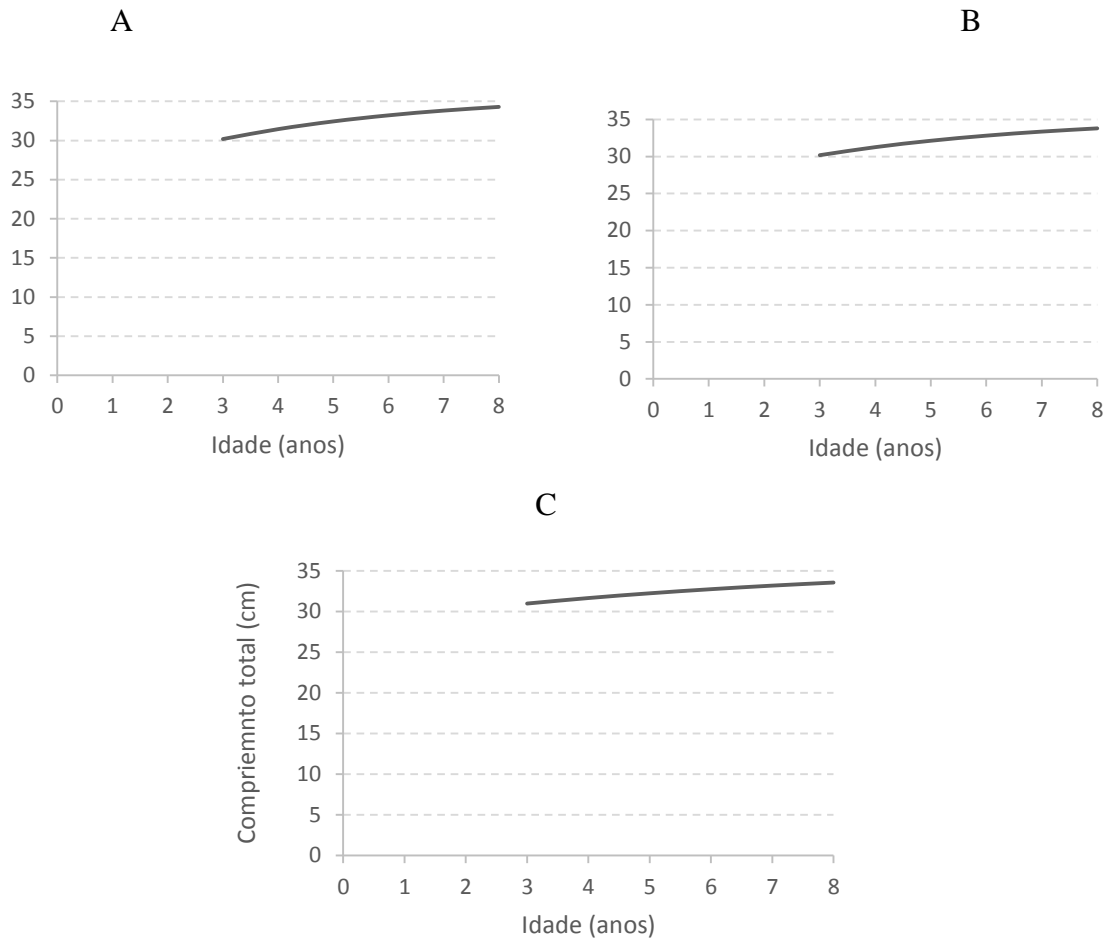


Figura 3.10. Curvas de crescimento de von Bertalanffy ajustadas aos comprimentos totais médios por idade, para o total de machos (A), fêmeas (B) e sexos combinados (C) de *Sardinella maderensis* da costa sul de Angola.

### 3.3.3. Estimativa dos parâmetros de crescimento pelo método indireto

#### 3.3.3.1. *Sardinella aurita*

Com base nos parâmetros de crescimento de von Bertalanffy estimados a partir da rotina ELEFAN do programa LDFA, foi possível obter as curvas de crescimento de exemplares de *Sardinella aurita*, cujos valores de  $L_{\infty}$ ,  $K$  e  $t_0$  foram 36.10, 0,72 e -0.43 respectivamente. Estes valores permitiram construir as curvas de crescimento ajustadas aos dados reestruturados de frequências de comprimento, resultando em 7 coortes (fig. 3.11).

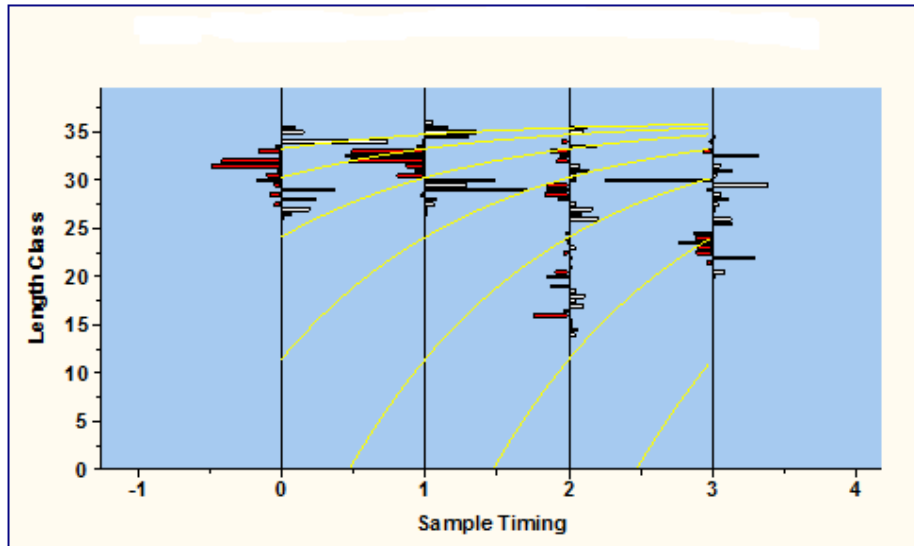


Figura 3.11. Curvas de crescimento ajustadas obtidas com base nos parâmetros de crescimento da equação de von Bertalanffy determinados através do programa LFDA para os exemplares de *Sardinella aurita* da costa sul de Angola.

### 3.3.3.2. *Sardinella maderensis*

Para *Sardinella maderensis*, o programa permitiu a estimação dos seguintes valores dos parâmetros de crescimento da equação de von Bertalanffy:  $L_{\infty} = 36,43$   $K = 0,87$ , de e  $t_0 = -0,79$  tendo-se obtido 6 cortes, sendo 5 enquadradas nas frequências de comprimento, e 1 estimada sem os dados de frequências. (fig. 3.12).

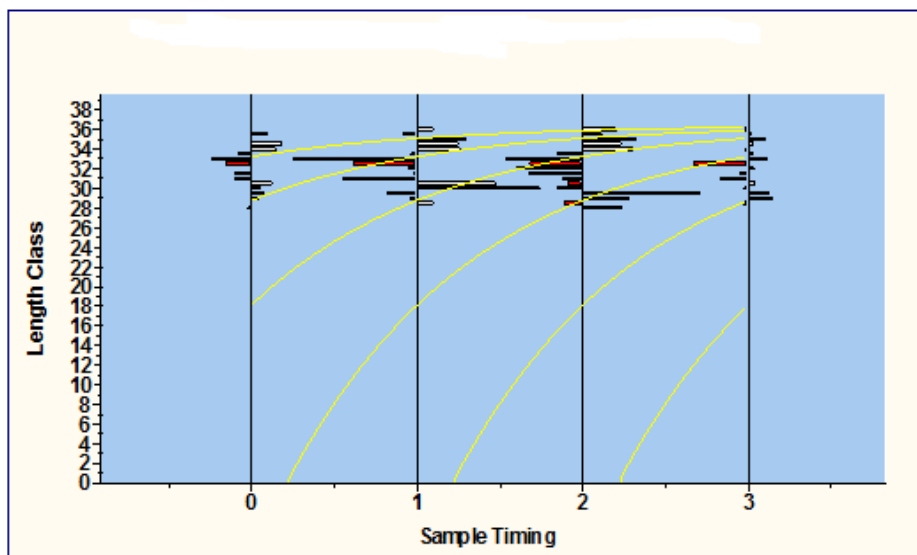


Figura 3.12. Curvas de crescimento ajustadas obtidas com base nos parâmetros de crescimento da equação de von Bertalanffy determinados através do programa LFDA para os exemplares de *Sardinella maderensis* da costa sul de Angola.

---

### 3.4. Relações Morfométricas

#### 3.4.1.1. Relação peso/comprimento e fator de condição para exemplares de *Sardinella aurita*.

##### a) Relação peso-comprimento

Calculou-se a relação peso-comprimento para os exemplares de *Sardinella aurita* utilizando-se dados por classes de comprimento de 0.5 cm e pesos médios por classes de comprimento e os resultados são apresentados na figura 3.13. O valor do coeficiente de alometria  $b$  derivado da equação  $PT/CT$  revela um crescimento alométrico positivo para os exemplares de *Sardinella aurita* ( $b=3.3762$ ), isto é, o incremento é mais acentuado em comprimento que em peso. Relativamente aos sexos, os machos apresentaram uma alometria negativa ( $b=2.7957$ ) enquanto as fêmeas apresentaram uma alometria positiva ( $b=3.470$ ). Não há diferenças significativas entre os valores do parâmetro  $b$  observado e o valor teórico 3 ( $p > 0.05$ ).

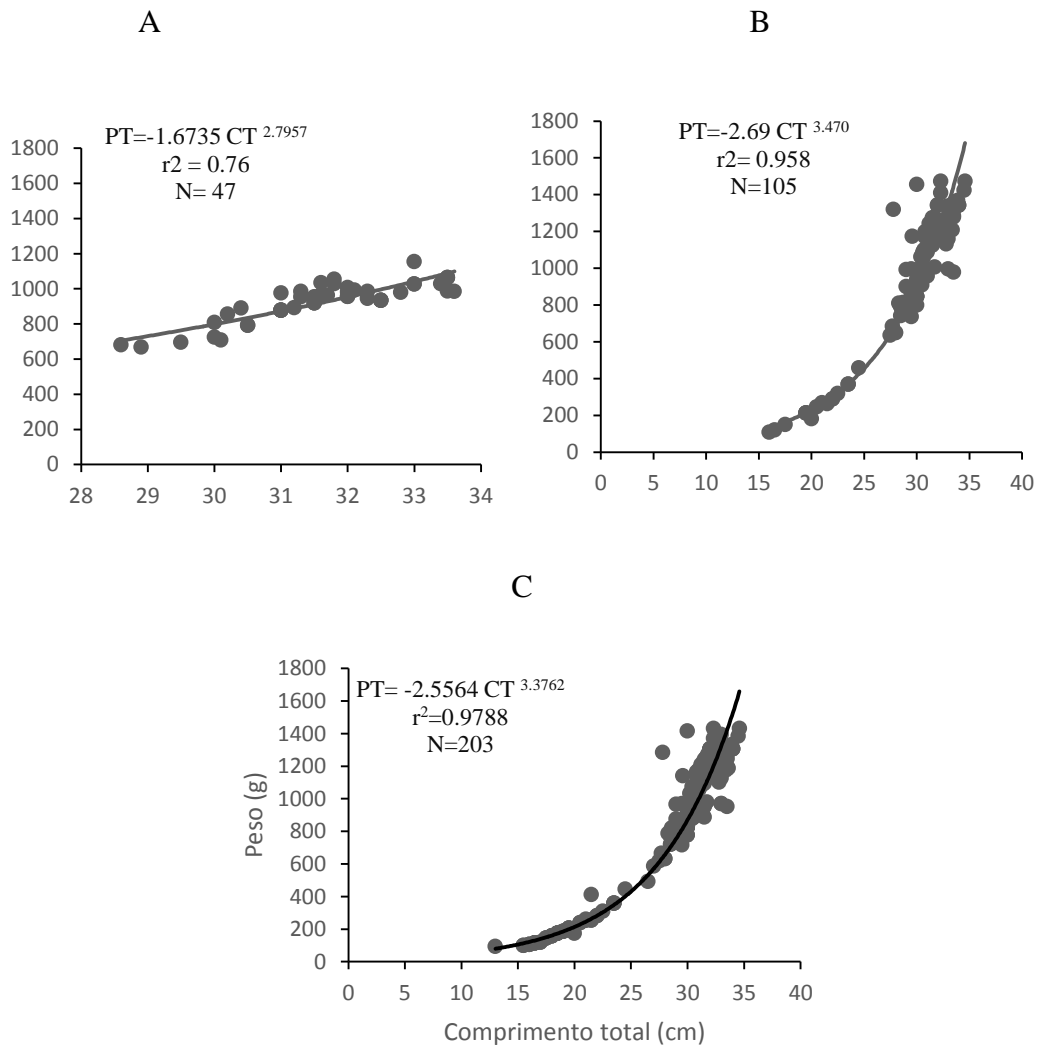


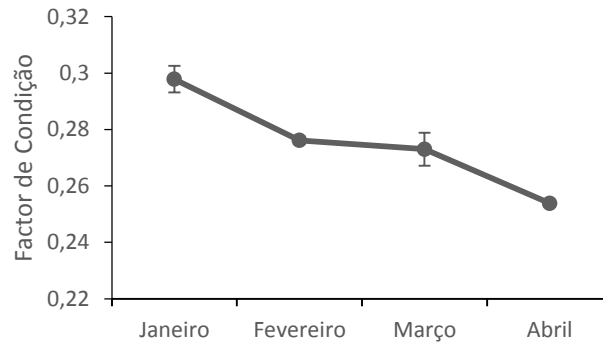
Figura 3.13. Relação peso (PT) – comprimento (CT) de machos (A), fêmeas (B) e sexos combinados (C) de exemplares de *Sardinella aurita* capturados ao longo da costa sul de Angola entre Janeiro e Abril de 2015.

### b) Fator de Condição

Os valores médios do fator de condição ( $K'$ ) diminuíram suavemente ao longo do período em estudo (fig. 10), cujo valor médio da condição mais baixa foi registada em Abril (0.254) e o mais alto em Janeiro (0.298) (fig. 3.14). A variação mensal do fator de condição alométrico mostra alguma coerência com os valores médios do índice gonado-somático (IGS).

Tabela 3.13. Parâmetros do ajuste da curva logarítmica da relação peso-comprimento e fator de condição de exemplares de *Sardinella aurita* colhidos entre Janeiro e Abril de 2015 na costa sul de Angola.

Parâmetros/mês	Janeiro	Fevereiro	Março	Abril
K	0.298	0.274	0.276	0.257
b	3.376	3.376	3.376	3.376
a	-2.556	-2.556	-2.556	-2.556
N	75	45	54	29

Figura 3.14. Valores médios ( $\pm$  erro padrão) do fator de condição ( $K'$ ) calculados mensalmente para os exemplares de *Sardinella aurita*.

### 3.4.1.2. Relação entre as variáveis morfométricas para os exemplares de *Sardinella aurita*

Os resultados da análise de correlação entre as variáveis morfométricas consideradas para *Sardinella aurita* são apresentados na tabela 3.14.

Tabela 3.14. Correlações entre as variáveis CF, CP, AC, CC e DO contra CT de exemplares de *Sardinella aurita* obtidos através de modelos de regressão linear simples.

Parâmetros	CF x CT	CP x CT	AC x CT	CC x CT	DO x CT
b	0.77	0.76	3.44	1.89	0.11
a	2.73	1.85	-49.3	-3.55	3.82
$r^2$	0.92	0.9	0.54	0.61	0.006

Um total de 97 exemplares de *Sardinella aurita* foram amostrados para as relações morfométricas. O mínimo, máximo e média ( $\pm$  DP) do comprimento total foi de 26.5, 34.5 e  $31.8 \pm 1.61$ cm. Estabeleceram-se relações morfométricas entre o CF, CP, AC, CC, e DO contra o CT (fig. 12). Verificou-se que o coeficiente de correlação foi altamente significativo nas correlações entre CF, CP contra o CT (0.93 e 0.90 respectivamente), valores moderados nas relações AC, CC contra CT (0.54 e 0.61 respectivamente) e correlação muito baixa entre o DO x CT (0.0059). Por outro lado, os resultados revelaram

um crescimento alométrico negativo para as variáveis CF, CP, CC, e DO contra o CT, e um crescimento alométrico positivo entre AC x CT.

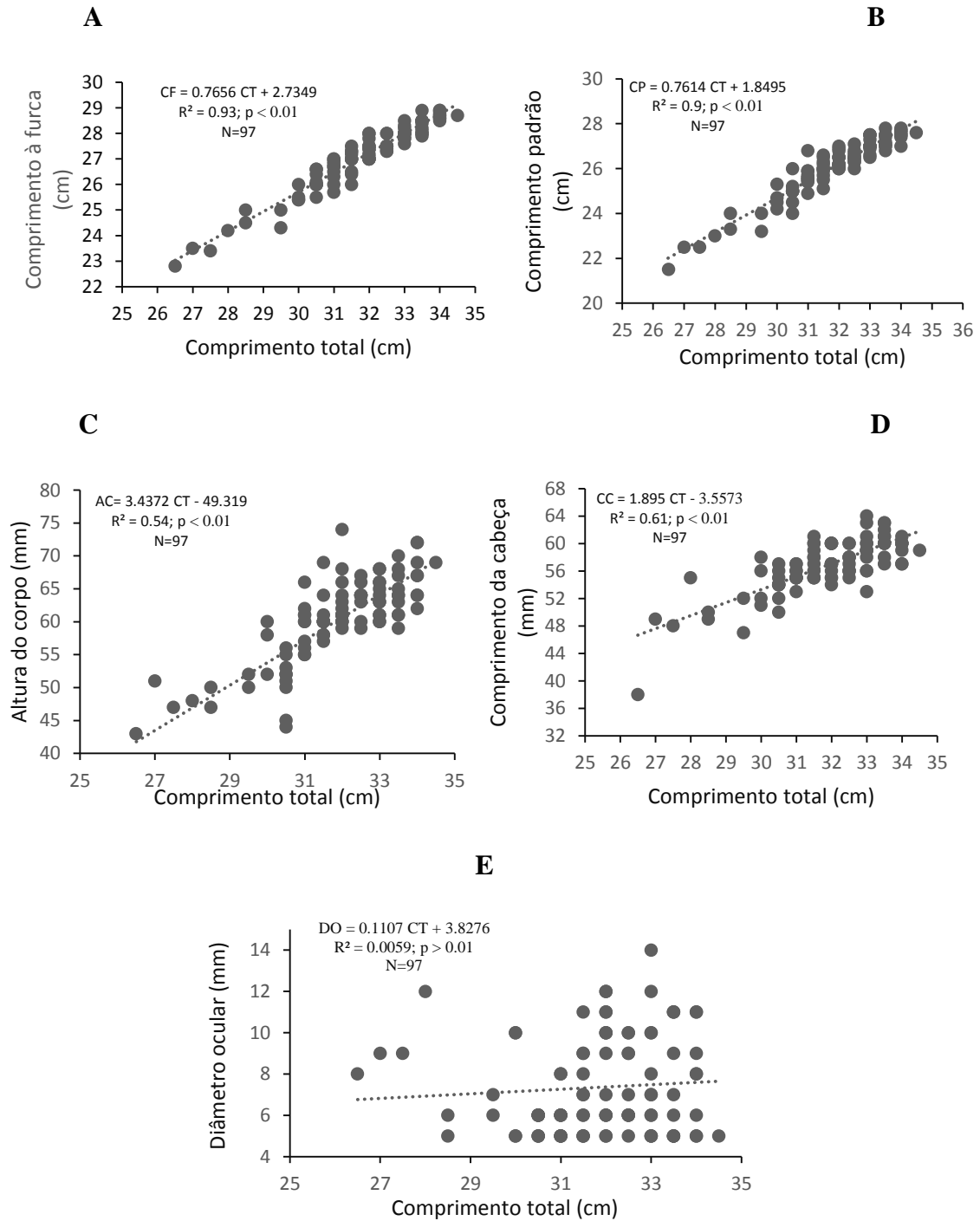


Figura 3.15. Regressão linear para as relações morfométricas dos exemplares de *Sardinella aurita*: Comprimento à furca (CF), Comprimento padrão (CP), Altura do corpo (AC) Comprimento da cabeça (D) Diâmetro ocular (E) contra o comprimento total (CT).

### 3.4.2.1 Relação peso/comprimento e fator de condição para exemplares de *Sardinella maderensis*

#### a) Relação peso-comprimento

A relação peso-comprimento foi analisada para os sexos separados e combinados utilizando dados agrupados por classes de comprimento e pesos médios por classes de comprimento (fig. 3.16). Foi observado para o período amostrado, um crescimento alométrico negativo para os sexos combinados de exemplares *Sardinella maderensis* ( $b=2.1$ ). A mesma alometria negativa foi verificada quando se analisaram os sexos separadamente ( $b=2.14$ ;  $b=1.72$ ) para machos e fêmeas respectivamente. Verificou-se que os valores do parâmetro  $b$  observado difere significativamente do valor teórico 3 ( $p < 0.05$ ).

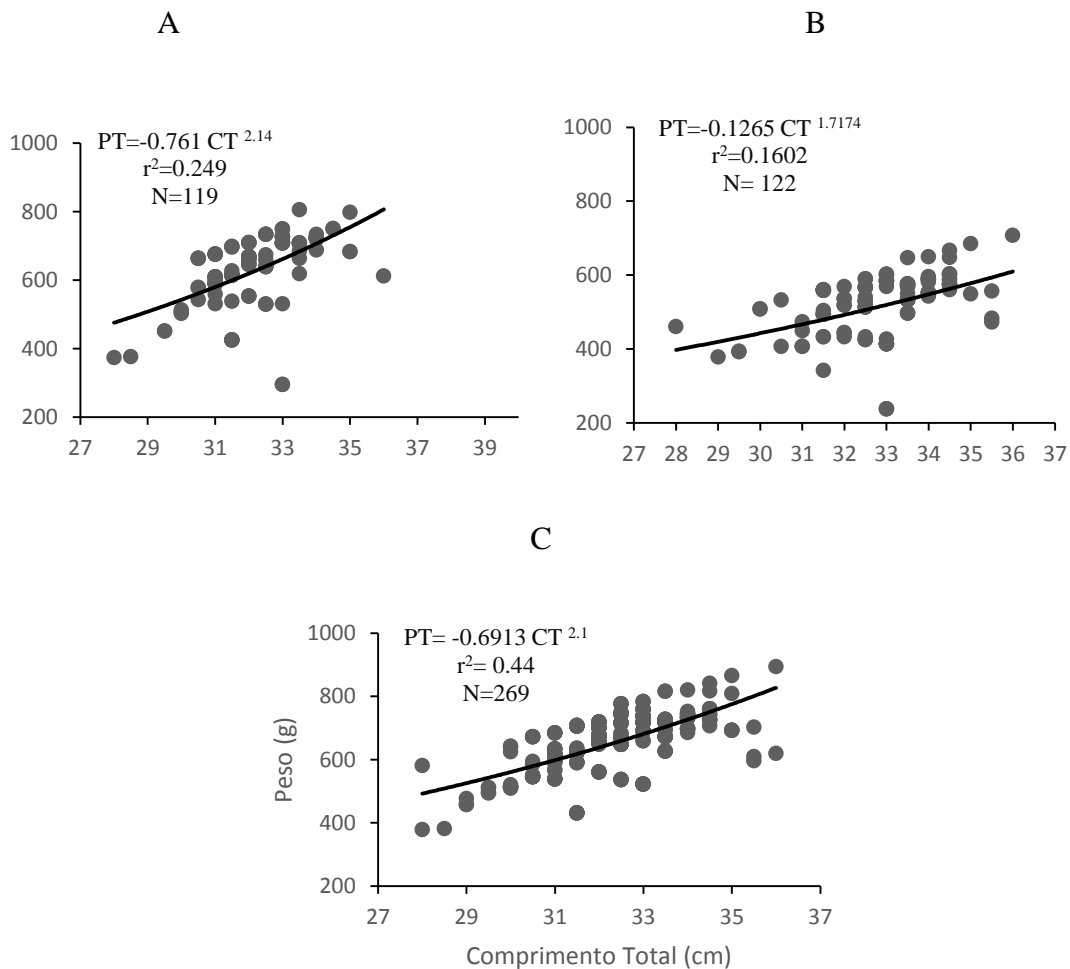


Figura 3.16. Relação peso (PT) – comprimento (CT) de machos (A), fêmeas (B) e sexos combinados (C) de exemplares de *Sardinella maderensis* capturados ao longo da costa sul de Angola entre Janeiro e Abril de 2015.

### b) Fator de condição

Na tabela 3.15 apresentam-se as variações das médias mensais do fator de condição alométrico para os exemplares de *Sardinella maderensis*. Apesar da pequena amplitude verificada, o índice K' mostrou uma ligeira variação entre as médias durante o período em estudo (fig. 3.17). O valor mais baixo (11.15) foi registado no mês de Abril, enquanto o valor mais alto foi registado no mês de Janeiro (12.68).

Tabela 3.15. Parâmetros do ajuste da curva logarítmica da relação peso-comprimento e fator de condição de exemplares de *Sardinella maderensis* colhidos entre Janeiro e Abril de 2015 na costa sul de Angola.

Parâmetros/meses	Janeiro	Fevereiro	Março	Abril
K	12.68	12.41	11.23	11.16
b	2.255	2.255	2.255	2.255
a	-0.448	-0.448	-0.448	-0.448
N	78	47	96	47

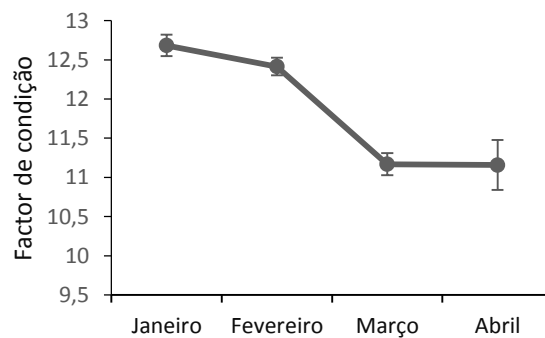


Figura 3.17. Valores médios ( $\pm$  erro padrão) do fator de condição (K') calculados mensalmente para os exemplares de *Sardinella maderensis*.

#### 3.4.2.2. Relação entre as variáveis morfométricas para os exemplares de *Sardinella maderensis*

Os valores dos parâmetros a e b e coeficiente de correlação ( $r^2$ ) resultantes das relações entre as variáveis morfométricas dos exemplares de *Sardinella maderensis* são apresentados na tabela 3.16.

Tabela 3.16. Correlações entre as variáveis CF, CP, AC, CC e DO contra CT de indivíduos de *Sardinella maderensis* obtidos através de modelos de regressão linear simples.

Parâmetros	CF x CT	CP x CT	AC x CT	CC x CT	DO x CT
b	0.65	0.67	3.04	1.98	0.97
a	5.55	4.05	-35.34	-11.52	-22.15
$r^2$	0.68	0.66	0.35	0.37	0.24

---

Na Figura 3.18 apresentam-se os resultados das regressões lineares aplicadas aos dados de morfometria entre CF, CP, AC, CC, DO e CT. Um total de 104 indivíduos foram utilizados para as relações morfométricas. O mínimo, máximo e média ( $\pm$  DP) do comprimento total foi 28, 34.5,  $31.88 \pm 1.16$  respetivamente. Verificou-se que o coeficiente de determinação ( $r^2$ ) variou bastante nas diferentes relações, tendo sido significativo apenas nas relações estabelecidas entre o CF x CT e CP x CT, (0.68 e 0.66 respetivamente). As relações morfométricas dos exemplares de *Sardinella maderensis* mostraram alometrias negativas entre CF, CP, CC e DO contra o CT, e alometria positiva entre AC e CT.

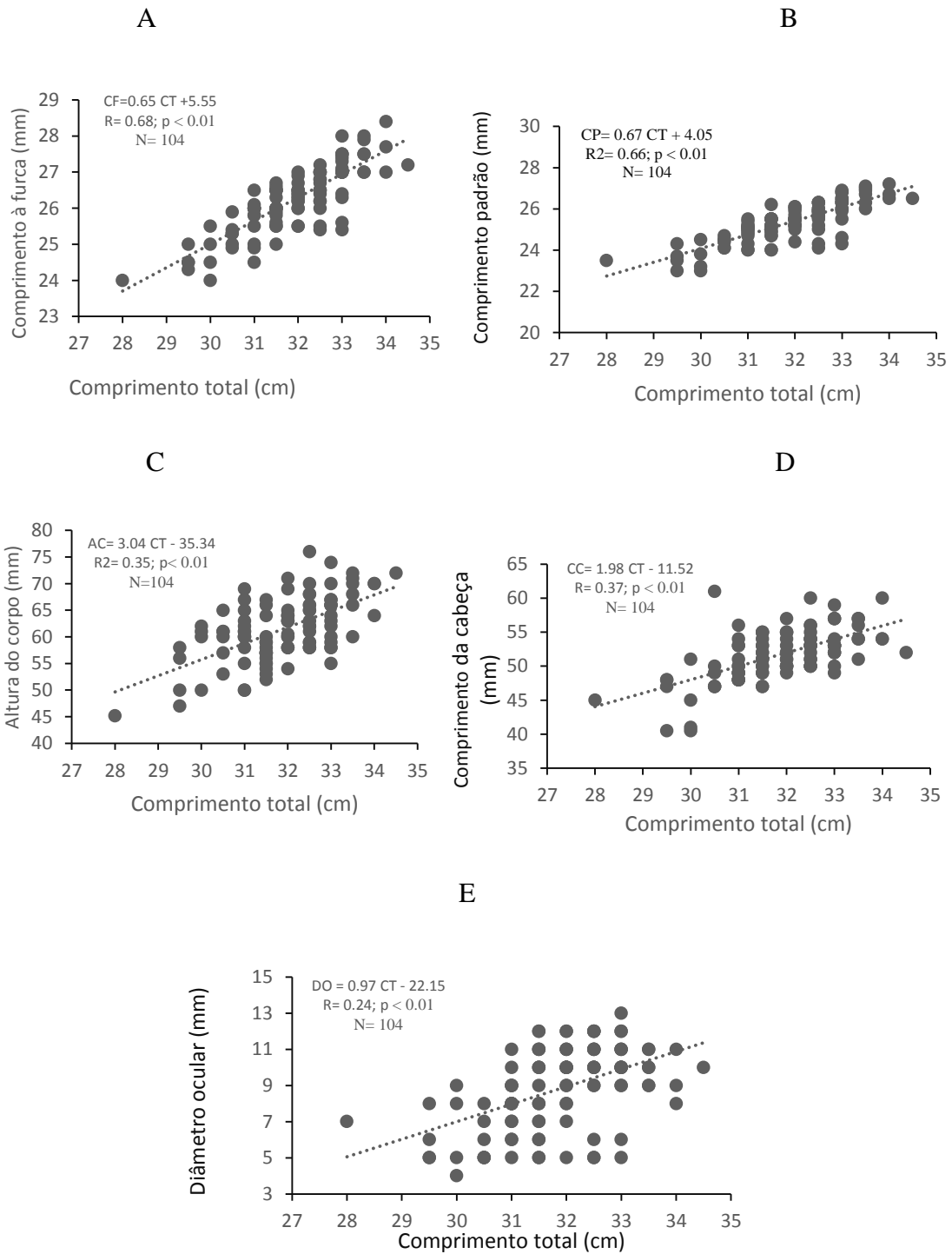


Figura 3.18. Regressão linear para as relações morfométricas de exemplares de *Sardinella maderensis*: Comprimento à furca (CF), Comprimento padrão (CP), Altura do corpo (C) Comprimento da cabeça (D) Diâmetro ocular (E) contra o comprimento total (CT).

### 3.5. Aspectos da atividade reprodutiva das sardinelas na costa sul de Angola

#### 3.5.1. Proporções sexuais

##### 3.5.1.1. Proporções sexuais de exemplares de *Sardinella aurita*

A observação macroscópica permitiu, com base na diferença cromática e morfologia das gónadas, a determinação do sexo de *Sardinella aurita*. Neste estudo, verificou-se uma ligeira variabilidade nas proporções de fêmeas e machos por mês. Na tabela 3.17, mostram-se resultados dos indivíduos para os quais foi possível identificar os sexos macroscopicamente. Observou-se uma percentagem inferior de machos relativamente às fêmeas (40.21% e 59.79% respectivamente) (fig. 3.19). Verificou-se estatisticamente que a proporção sexual diferiu da razão 1:1 ( $\chi^2 = 0.046$ ; 1.49:1;  $p < 0.05$ ).

Tabela 3.17. Proporção sexual dos exemplares de *Sardinella aurita* colhidos entre Janeiro e Abril de 2015 na costa sul de Angola.

Mês/sexo	♂	♀	Total	%♂	%♀
Janeiro	26	49	75	34.7	65.3
Fevereiro	21	24	45	46.7	53.3
Março	12	23	35	34.3	65.7
Abril	19	20	39	48.7	51.3
<b>Total</b>	<b>78</b>	<b>116</b>	<b>194</b>	<b>40.21</b>	<b>59.79</b>

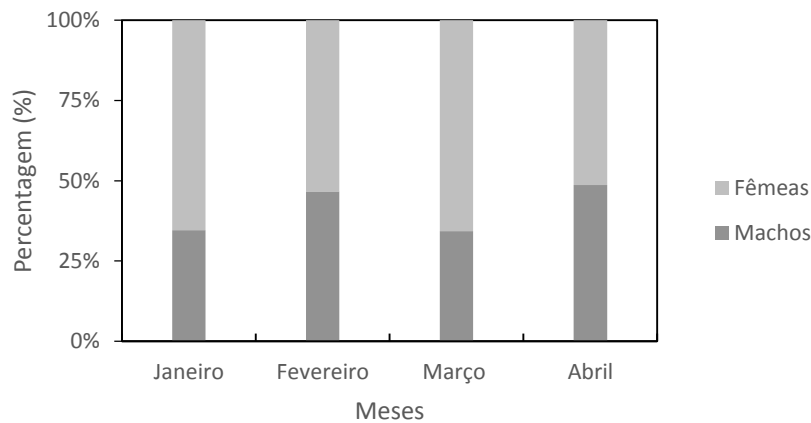


Figura 3.19. Percentagem da proporção sexual mensal de *Sardinella aurita* da costa sul de Angola para o período entre Janeiro e Abril de 2015.

### 3.5.1.2. Proporções sexuais de exemplares de *Sardinella maderensis*

As proporções entre machos e fêmeas de *Sardinella maderensis* encontram-se sumarizadas na tabela 3.18. Quanto às proporções de indivíduos machos e fêmeas de *Sardinella maderensis*, verificou-se que de um modo geral, não houve diferenças significativas nas proporções ( $X^2 = 1.72$ ; 1.02:1;  $p > 0.05$ ) (fig.3.20). Todavia, houve meses em que ocorreu predominância de machos (Março e Fevereiro) e outros de fêmeas (Janeiro e Abril).

Tabela 3.18. Proporção sexual de exemplares de *Sardinella maderensis* colhidos entre Janeiro e Abril de 2015 na costa Sul de Angola.

Mês/sexo ♂	♀	Total	%♂	%♀	
Janeiro	33	47	80	44.0	58.8
Fevereiro	13	7	20	65.0	35.0
Março	54	41	95	56.8	43.2
Abril	20	27	47	42.6	57.4
<b>Total</b>	<b>120</b>	<b>122</b>	<b>242</b>	<b>49.59</b>	<b>50.41</b>

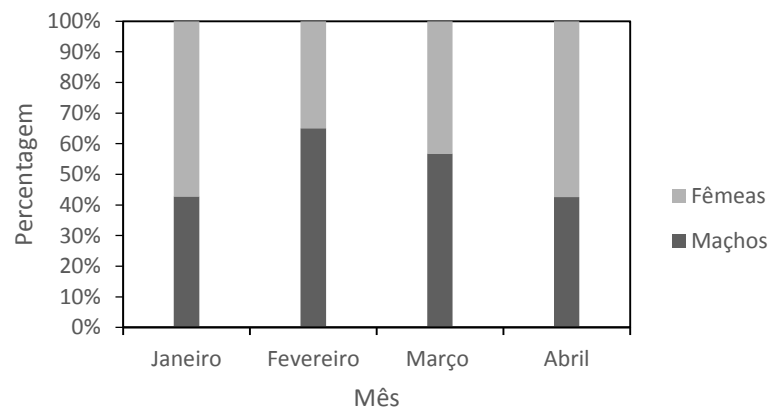


Figura 3.20. Percentagem da proporção sexual mensal de *Sardinella maderensis* da costa sul de Angola para o período entre Janeiro e Abril de 2015.

### 3.5.2. Maturidade e período de desova

#### 3.5.2.1. Variação mensal dos estados de maturação de machos e fêmeas de *Sardinella aurita*

No que diz respeito a evolução dos estados de maturação de *Sardinella aurita* (fig. 3.21), observa-se que foram amostrados exemplares nos seis estados de maturação sexual. Verificou-se que para todos os meses de amostragem foram registadas fêmeas em estado de maturação II, em Janeiro (46.9%), em Fevereiro (37.5 %), em Março (58,8 %) e em Abril (13.33%).

Os estados de maturação sexual III e IV estiveram presentes nos três primeiros meses, tendo sido registada as maiores ocorrências nos meses de Março e Fevereiro (35.3% e 25 % respectivamente). Já o estado de maturação sexual I foi registado nos meses de Janeiro e Abril, enquanto indivíduos no estado VI foram registados apenas em Abril. Por outro lado, verificou-se a ocorrência de machos em estado de maturação sexual III ao longo dos três primeiros meses de amostragem, e a semelhança das fêmeas, a sua maior frequência ocorreu no mês de Março (61,9 %). Constatou-se ainda a maior ocorrência do estado IV no mês de Fevereiro (61,9 %).

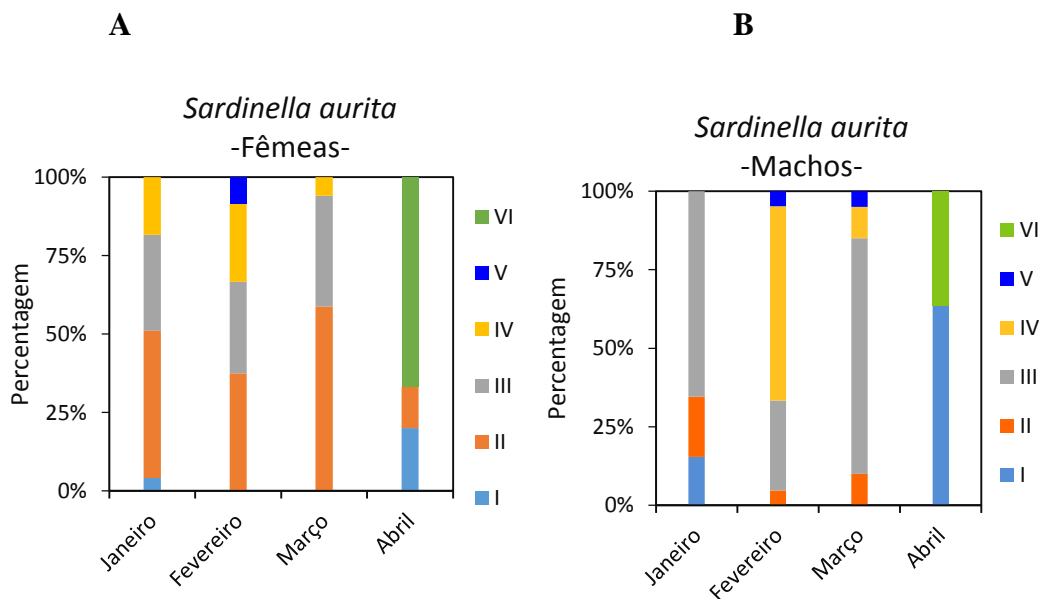


Figura 3.21. Variação mensal dos estados de maturação para fêmeas e machos de *Sardinella aurita* capturados ao longo da costa sul de Angola (entre Janeiro e Abril de 2015): (I) imaturos; (II) virgem em desenvolvimento e em recuperação; (III) maturação antes da pré-desova; (IV) maturo pré-desova; (V) maturo em desova; (VI) pós-desova.

### 3.5.2.2. Variação mensal dos estados de maturação de machos e fêmeas de *Sardinella maderensis*

A figura 3.22 apresenta as diferentes participações em percentagens mensais de cada estado de maturação sexual, para fêmeas e machos ao longo do período em estudo, determinados pela observação macroscópica das gónadas de *Sardinella maderensis*.

Para *Sardinella maderensis*, foram amostrados indivíduos em quase todos os estados de maturação sexual, excepto o estado I para ambos os sexos e o estado VI para os machos. Observou-se tanto para os machos como para as fêmeas, que os indivíduos maduros (estados III e IV) estiveram presentes ao longo do período de amostragem, sendo as maiores percentagens de machos verificadas em Março e Abril (estado III) e em Janeiro

(estado IV), e para as fêmeas em Janeiro e Março (estado III) e em Fevereiro (estado IV). Verificou-se uma maior percentagem de indivíduos em estado de maturação II entre Fevereiro e Março para as fêmeas, e entre Fevereiro e Abril para os machos. Observou-se que o estado de maturação sexual V não ocorreu em Março para ambos os sexos, tendo aparecido em maior percentagem em Abril tanto para os machos como para as fêmeas. O estado de maturação pós desova por sua vez (VI), foi registado em Janeiro e Abril, mas apenas para as fêmeas.

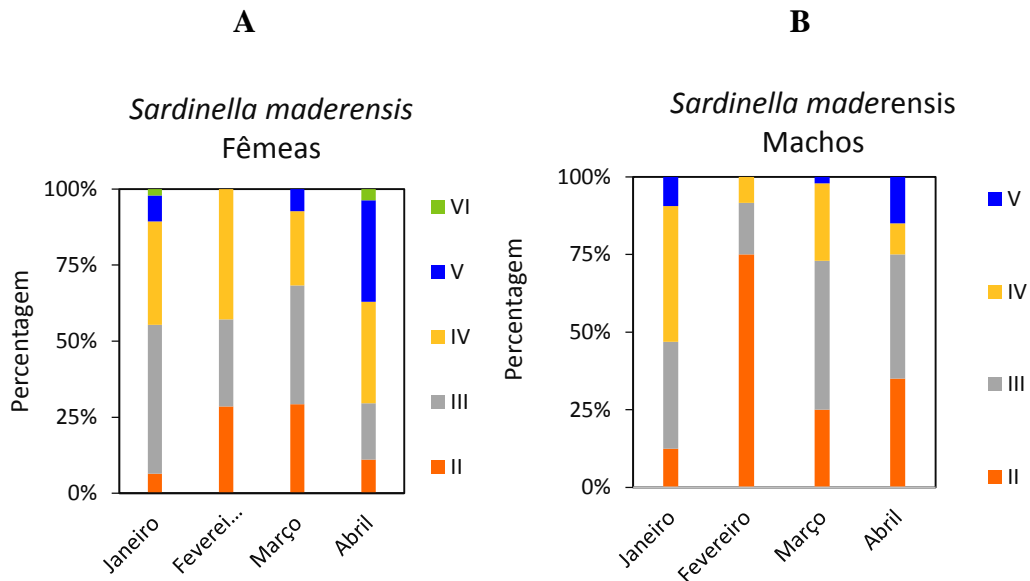


Figura 3.22. Variação mensal dos estados de maturação para fêmeas e machos de *Sardinella maderensis* capturados ao longo da costa sul de Angola (entre Janeiro e Abril de 2015): (I) imaturos; (II) virgem em desenvolvimento e em recuperação; (III) maturação ante da pré-desova; (IV) maturo pré-desova; (V) maturo em desova; (VI) pós-desova.

### 3.5.3. Ogiva de maturação

#### 3.5.3.1. *Sardinella aurita*

Devido a elevada frequência de indivíduos maduros nas classes inferiores e imaturos em algumas classes intermédias, não foi possível aplicar o modelo logístico (Equação) aos dados obtidos da proporção de fêmeas e machos maduros por classe de comprimento, a fim de calcular separadamente o comprimento médio de primeira maturação sexual. Contudo, calculou-se o comprimento médio de primeira maturação dos dados combinados.

A ogiva de maturação de *Sardinella aurita* (Figura 3.23) mostra que 50% dos indivíduos de *Sardinella aurita* atinge a maturidade sexual com comprimento total de 24.6 cm. Estatisticamente não existem diferenças significativas entre os comprimentos de machos e fêmeas.

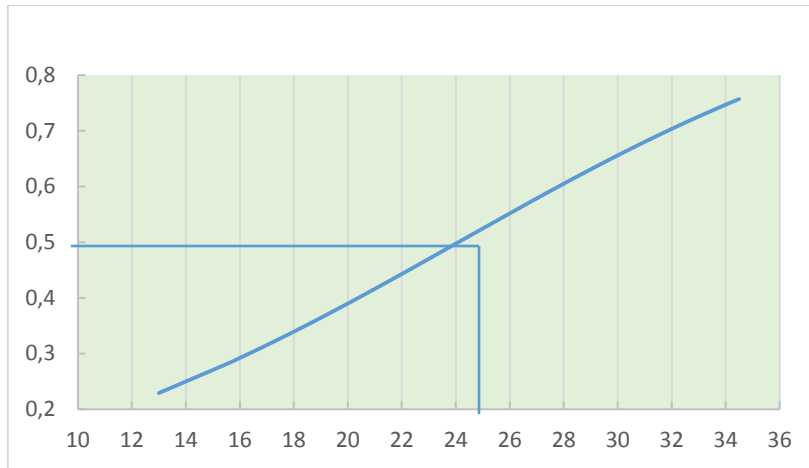


Figura 3.23. Ogiva de maturação de fêmeas e machos maduros de *Sardinella aurita* da costa Sul de Angola com base no comprimento total.

### 3.5.3.2. *Sardinella maderensis*

Com base no número de indivíduos maduros por classe de comprimento, foi possível construir a ogiva de maturação sexual para os exemplares de *Sardinella maderensis* (fig.3.24). Os resultados mostram que 50% dos indivíduos de *Sardinella maderensis* são considerados sexualmente maduros quando atingem um comprimento máximo de 29.38 cm ( $L_{m50}$ ). Não se verificou diferenças significativas entre os comprimentos de machos e fêmeas.

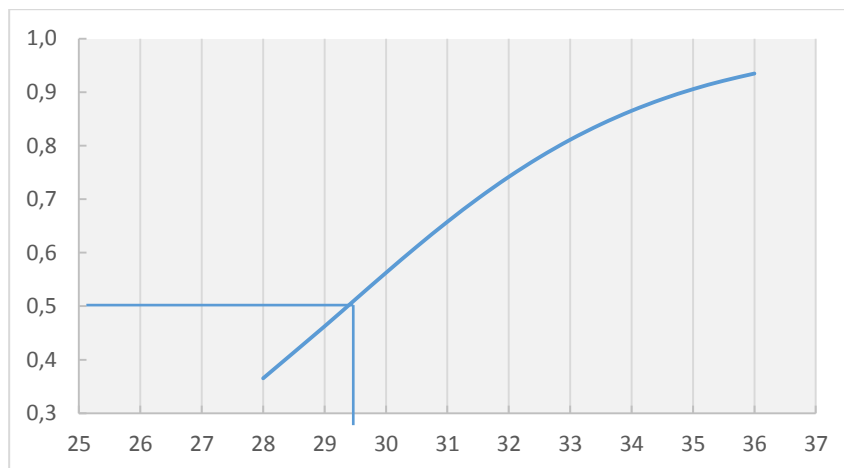


Figura 3.24. Ogiva de maturação de fêmeas e machos maduros de *Sardinella maderensis* da costa Sul de Angola com base no comprimento total.

### 3.5.4. Variação do índice gonado – somático (IGS)

#### 3.5.4.1 Variação do índice gonado - somático para os exempares de *Sardinella aurita*

O IGS foi usado como indicador do estado de desenvolvimento das gónadas de *Sardinella aurita*. Na figura 26, apresentam-se os valores mensais do IGS. Os machos apresentam valores médios de IGS mais altos em Março (3.19) indicando o período em que a espécie atingiu o pico de maturação, e valores mais baixos em Abril (0.17), enquanto as fêmeas apresentaram valores médios máximos de IGS em Fevereiro (1.1) e valores mínimos (0.54) em Abril. Verificou-se portanto, que não houve diferenças significativas nos valores médios de IGS entre os sexos (teste t student,  $p > 0.05$ ).

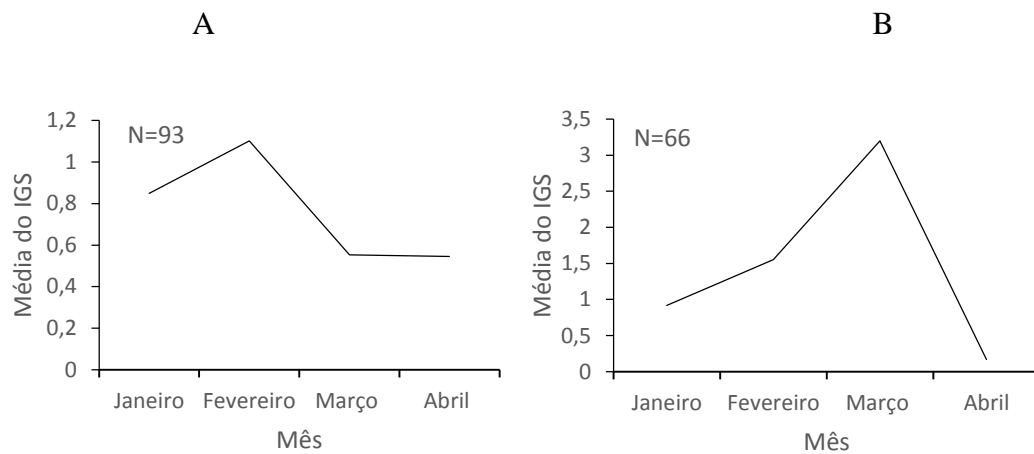


Figura 3.25. Variação da média mensal do índice gonado-somático de fêmeas (A) e machos (B) de *Sardinella aurita* da costa Sul de Angola.

Com intuito de verificar as variações do desenvolvimento das gónadas relativamente à condição dos indivíduos, foi feita uma relação entre estes dois índices, e os resultados são apresentados na figura 3.26. Observou-se uma relação inversa entre estes, o  $K'$  diminui com o aumento do IGS. O valor máximo destes índices foi verificados em Março (2.18) para o IGS e em Janeiro (0.298) para o  $K'$ , ao passo que os seus mínimos foram verificados em Janeiro (0.872) e em Abril (0.25) respectivamente (fig. 3.26).

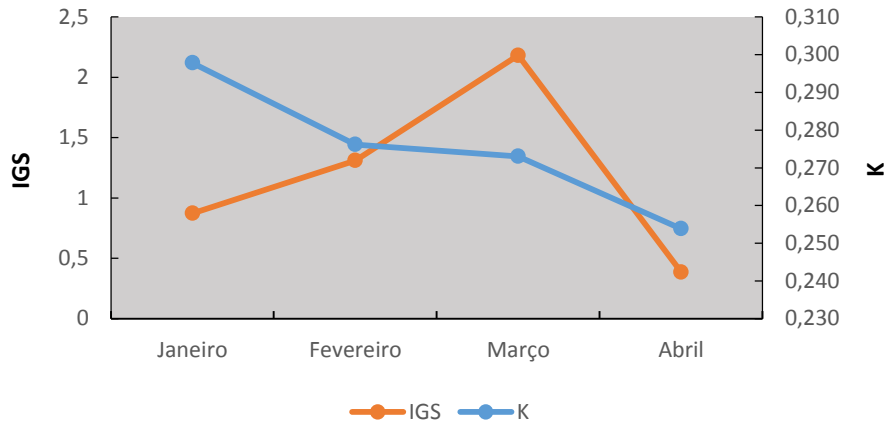


Figura 3.26. Variação da média mensal do fator de condição (K) e do índice gonado-somático (IGS) para os exemplares de *Sardinella aurita*.

### 3.5.4.2 Variação do índice gonado-somático para os exemplares de *Sardinella maderensis*

O desenvolvimento das gónadas dos exemplares de *Sardinella maderensis* foi analisado através da percentagem do índice gonado-somático (%IGS). As médias das variações mensais estão graficamente representadas na figura 3.27. Para os machos, o IGS é mais suave, sem picos evidentes, com amplitudes discretas entre os valores, destacando-se apenas um pico em Janeiro (3.61). Nas fêmeas, se verifica uma variação mais evidente, apresentando dois picos, sendo um em Janeiro (máximo 4.19) e outro em Abril (3.55). As percentagens entre os valores médios do IGS de acordo com os sexos, não apresentam diferenças significativas ( $p > 0.05$ ).

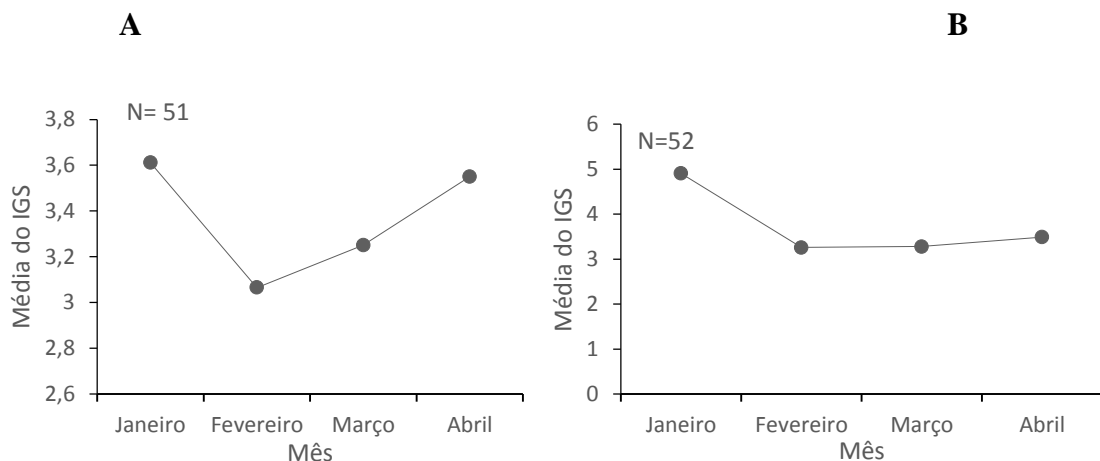


Figura 3.27. Variação da média mensal do índice gonado-somático de fêmeas (A) e machos (B) de *Sardinella maderensis* da costa Sul de Angola.

As variações entre o índice gonado - somático e o fator de condição estão graficamente apresentados na figura 3.28. Observou-se a existência de uma sincronia entre os dois índices, evidenciado pela consistência dos seus valores mínimos ocorrendo em Abril (IGS=3,401 e K= 11,15) e valores máximos ocorrendo em Janeiro (IGS= 4,29 e K= 12,68).

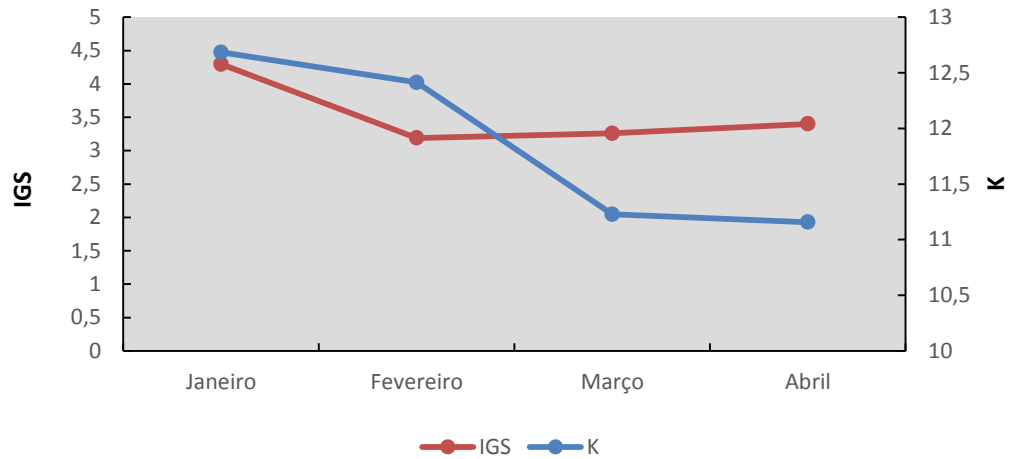


Figura 3.28. Variação da média mensal do fator de condição (K) e do índice gonado-somático (IGS) de exemplares de *Sardinella maderensis*.

---

## **4 DISCUSSÃO**

---

## 4. Discussão

### 4.1. Ecologia Alimentar

A análise de conteúdos estomacais é uma técnica clássica largamente estudada em ecologia de peixes. Através da observação de conteúdos estomacais, analisou-se a dieta das sardinelas capturadas ao longo da Costa Sul de Angola. De acordo com os resultados, as sardinelas apresentaram uma alimentação bastante diversificada, tendo sido encontrado nos seus estômagos presas com grandes amplitudes de tamanho e, pertencentes à vários grupos, desde, diatomáceas, dinoflagelados, crustáceos (Copépodes), moluscos e ovos de peixes. Assim, os índices alimentares, nomeadamente a percentagem em peso (%Pp), em número (%Pn), a frequência de ocorrência (%Fo) e o índice de importância relativa permitiram fazer uma análise quantitativa e qualitativa relativamente a importância de cada um dos grupos anteriormente mencionados.

#### 4.1.1. *Sardinella aurita*

Após a análise dos conteúdos estomacais de *Sardinella aurita*, pode-se inferir que esta espécie apresenta um amplo espectro alimentar, indicado pela sua estratégia de predação. Sendo uma espécie pertencente ao grupo de pequenos pelágicos (conferindo-lhe hábitos planctónicos) era de se esperar que a sua dieta fosse composta por organismos planctónicos, e os resultados corroboraram com estas expectativas. Portanto, esta espécie apresentou uma dieta cujos conteúdos estomacais era constituído principalmente de zooplâncton (71,2%), quer em termos numéricos, volumétricos e de ocorrência.

Relativamente à importância relativa das presas, os copépodes, geralmente o grupo dominante no zooplâncton, foram os que mais contribuíram na dieta de *Sardinella aurita* (em todos os índices alimentares aplicados) representados principalmente pelas espécies *Calanoides carinatus*, *Limnocalanus macrurus*, *Oncaea media* e *O.clavei*. Contudo, os organismos planctónicos pertencentes ao grupo de fitoplâncton também contribuíram consideravelmente na dieta de *Sardinella aurita* (28,98%), sendo as diatomáceas as melhores representadas. Ainda dentro do grupo de zooplâncton, as análises mostraram uma contribuição significativa em termos de ocorrência (em quase metade dos estômagos) por parte de ovos de peixe, sendo que pela sua morfologia e dimensão os ovos de peixes registados eram na maioria de clupeídeos, tal sugere a existência de canibalismo, como uma fonte de mortalidade para a espécie. Este aspeto tem sido estudado em vários

---

clupeídeos, como um mecanismo relevante na variabilidade de recrutamento, dependente da densidade (Valdez, 1991, Garrido et al., 2008, Santos et al., 2009).

O rácio zooplâncton- fitoplâncton verificado e a ocorrência de ovos de clupeídeos em 36,3% dos estômagos pode ser um indicador que a espécie tem grandes habilidades em explorar presas grandes. Assim, a presença e dominância de copépodes na sua dieta estaria relacionado com a sua capacidade de selecionar presas grandes.

A ocorrência de diversos grupos na dieta de *Sardinella aurita* reflete uma estratégia alimentar generalista, evidenciada pela análise do índice de Costello, (1990) e pode ser explicada por dois fatores fundamentais, primeiro está o facto de a espécie apresentar um sistema branquial bastante desenvolvido, o que lhe confere uma grande capacidade de filtração, e segundo estaria relacionado com a composição das presas e disponibilidade de alimento no meio circundante. Por outro lado, a variação do tamanho de presas na dieta de *Sardinella aurita* pode também ser explicada com as necessidades energéticas, que varia de acordo com os estados de desenvolvimento do organismo.

Durante a ontogenia, os peixes alteram a sua dieta, sendo portanto capazes de consumir uma variedade de presas de diversos tamanhos, o que implica uma mudança nas suas estratégias alimentares. Em muitos casos, a classificação dos peixes quanto a sua estratégia alimentar não leva em conta este aspeto. Porém, Gerking, (1994), relata que esta classificação só é válida para um determinado período do seu ciclo de vida ou estação do ano. Assim, a classificação de generalista para *Sardinella aurita*, é restrita apenas para os tamanhos em estudo. Esta conclusão pode ser suportada com o facto de o presente estudo abranger indivíduos com comprimentos superior à 13cm.

Todavia, os resultados obtidos mostram alguma coerência e podem ser assegurados com outros resultados obtidos pela utilização do mesmo método (análise de conteúdo estomacal) em outras áreas da sua distribuição, principalmente na costa de África, onde a maior parte dos estudos realizados mostraram variabilidade relativa na composição da dieta de *Sardinella aurita* relativamente à dominância de grupos de zooplâncton.

No mediterrâneo, Madkour (2012) confirmou que *Sardinella aurita* apresenta grande habilidade de selecionar presas relativamente grandes, independentemente da abundância relativa de presas de menor tamanho no meio, e a classificou como omnívora, com estratégia de predação filtradora e com preferências por animais (numa proporção Zooplâncton-Fitoplâncton). O mesmo autor relatou que a dominância de Copépodes nos

---

conteúdos estomacais foi verificada principalmente em épocas quentes, correspondentes a períodos de reprodução. No presente trabalho não foi possível relacionar a quantidade de alimento encontrada nos estômagos de *Sardinella aurita* com a qualidade e quantidade disponível no meio, porém a preferência por copépodes por parte desta, confirma essa habilidade de selecionar presas de maiores tamanhos. Por outro lado, torna-se complexo relacionar a composição da dieta encontrada no presente trabalho com as variações sazonais uma vez que o trabalho foi desenvolvido durante um período específico do ano, estação quente.

Resultados similares aos de Madkour (2012) foram reportados por Dia (1972) na Costa do Marfim e por Ghéno & Fontana (1981) na região do Congo. Os resultados destes últimos autores são bem mais semelhantes aos encontrados no presente estudo, sendo os copépodes *Calanoides carinatus* a preferência alimentar de *Sardinella aurita*. Estes autores referiram que a dominância de zooplâncton relativamente ao fitoplâncton foi verificada principalmente em épocas de intenso afloramento costeiro, o que sugere que a composição da dieta de *Sardinella aurita* nesta região varia sazonalmente. Resultados diferentes foram evidenciados por Diouf et al. (2010), onde a dieta desta espécie era constituída principalmente de detritos seguido de fitoplâncton.

Apesar da distância geográfica, diferenças climáticas, oceanográficas e hidrológicas de cada uma das regiões mencionadas no parágrafo anterior, existe uma consistência na informação sobre a dieta de *Sardinella aurita*, mostrando que a espécie apresenta uma estratégia alimentar flexível, o que sugere que a preferência por animais ou vegetais é uma característica inerente à sua área de distribuição e condições oceanográficas que a caracterizam.

#### **4.1.2. *Sardinella maderensis***

A composição da dieta de *Sardinella maderensis* tal como referida anteriormente para *Sardinella aurita*, revelou que esta espécie alimenta-se próximo da superfície, indicado pelo seu contudo estomacal planctónico. Os copépodes (*Calanoides carinatus*) também mostraram ser os principais itens alimentares na dieta de *Sardinella maderensis* em termos de ocorrência, uma vez que estiveram presentes em todos os estômagos com presas (100%). Já o fitoplâncton representado principalmente por diatomáceas *Coscinodiscus* revelou ser a mais importante em termos de abundância relativa, tendo portanto ocorrido em um número reduzido de estômagos comparativamente aos de copépodes.

---

Como a análise isolada dos índices alimentares não permite fazer uma ilação sobre a dieta de uma determinada espécie, a análise da dieta de *Sardinella maderensis* através da combinação dos três principais métodos quantitativos (%Pp, %Pn e %Fo) revelou um rácio Zooplâncton – Fitoplâncton, com preferências por crustáceos copépodes (*Calanoides carinatus*, *Microsetella rosea*, *Oncaea media* e *Oncaea clavei*).

A dominância de copépodes em termos de ocorrência pode ser explicada pela natureza da espécie e pelo facto de estes constituírem o grupo mais abundante no Zooplâncton. Tal como em *Sardinella aurita*, os ovos de clupeídeos também ocorreram em um número considerável de estômagos de *Sardinella maderensis*, o que reflete a capacidade do predador de ingerir presas de maior tamanho. O consumo de uma grande variedade de organismos sugere que a espécie apresenta uma alimentação heterogenia, ou seja, a espécie alimenta-se do que estiver disponível no meio, indicando uma grande flexibilidade alimentar. Esta heterogeneidade foi evidenciada pelo índice de Costello, (1990) que permitiu classificar a espécie como generalista. Como referido anteriormente, esta classificação é válida apenas para o presente estudo devido a limitação temporal da amostragem.

O fitoplâncton nos estômagos de *Sardinella maderensis* propõe que este também é um alimento importante na sua dieta. Apesar de ter sido ingerido por poucos indivíduos, esta evidência sugere que o fitoplâncton é um alimento alternativo na ausência do alimento preferencial. Além disso, isto pode refletir alguns hábitos ecológicos da espécie, tendo sido reportado por muitos autores na costa africana, que *Sardinella maderensis* é uma espécie costeira, normalmente encontrada mais próximo da superfície (50-80 m) relativamente à *Sardinella aurita* (até aos 350 m). Assim sendo, a ocorrência considerável de fitoplâncton e protistas na dieta de *Sardinella maderensis* poderia sugerir que esta espécie também apresenta uma grande habilidade em explorar presas pequenas. Esta evidência implica dizer que qualquer alteração na produção primária acarretaria consequências negativas para os indivíduos de *Sardinella maderensis*.

De acordo com Costalago & Palomera (2014), o método numérico pode sobrestimar a contribuição de fitoplâncton na dieta dos clupeídeos devido o seu tamanho. Por esta razão, alguns autores relatam que a análise de conteúdo estomacal de peixes planctívoros é mais informativa se os métodos forem baseados em frações de carbono das presas ingeridas (van der Lingen, 2002; Garrido et al., 2008).

---

Por outro lado, verificou-se que a maior parte dos conteúdos estomacais de *Sardinella maderensis* encontravam-se mais digeridos que os de *Sardinella aurita*, o que sugere altas taxas metabólicas e como consequência a rápida digestão dos alimentos. De acordo com Lasker (1970), os indivíduos que se alimentam por filtração, necessitam de maior necessidade energética devido a atividade de natação contínua para a captura das presas. Contudo, Costalago e Palomera (2014) confirmaram este facto em adultos de *Sardina pilchardus*. Logo, considera-se que a grande quantidade de estômagos com conteúdos digeridos terá sido resultado do seu metabolismo, ou do intervalo de tempo entre as capturas e as amostragens.

A composição das presas na dieta de *Sardinella maderensis* confirma a sua classificação como omnívora, com estratégia de predação por filtração, e com preferência por animais reportado por Ghéno & Fontana (1981) na Costa congoleza, em que a dieta foi predominantemente constituída por copépodes (*Calanoides carinatus*), facto observado principalmente em épocas com maior abundância de nutrientes na água. Na costa do Marfim, Dia (1972), achou o mesmo espectro alimentar, cuja sua dieta foi dominada por zooplâncton (copépodes), tendo-se verificado também a presença relevante de Ostracodes, Cladóceros, Tunicados e larvas de peixe, apesar de não ter observado o fitoplâncton em grandes quantidades. No Senegal, Diouf et al. (2010) reportou que esta espécie teve como preferência alimentar o fitoplâncton em épocas de pouca abundancia de nutriente na água, e por zooplâncton em épocas de afloramento. Esta homogeneidade nos resultados de outras áreas relativamente à preferência por animais por parte de *Sardinella maderensis* engrandece os resultados encontrados no presente estudo, uma vez que foi encontrada uma quantidade considerável de fitoplâncton. Assim sendo, é correto assumir que a dieta de *Sardinella maderensis* varia bastante nas diferentes regiões da sua ocorrência, e que estas seleccionam o que estiver disponível no meio.

Numa vertente comparativa, o grau de enchimento dos estômagos de *Sardinella aurita* relativamente aos de *Sardinella maderensis* mostrou que esta espécie alimenta-se com maior intensidade, porém verificou-se também maior número de estômagos vazios em *Sardinella aurita* que em *Sardinella maderensis*.

Segundo Hay (1981), os clupeídeos apresentam uma rápida evacuação dos conteúdos alimentares em resposta ao trauma relativamente aos métodos de captura. Assim, pensa-se que as altas percentagens de estômagos de ambas espécies relativamente vazios (2/4)

---

poderá ter sido devido a regurgitação ou digestão dos itens alimentares nos seus estômagos, influenciados principalmente por estresse por tentar escapar da rede ou pelo tempo entre as capturas e a amostragem.

Observou-se que a maioria das presas era comum entre as duas espécies (em diferentes graus), com exceção de protistas fagotróficos não identificados consumidos por *Sardinella aurita*. Esta homogeneidade na dieta destas espécies reflete a sua associação no meio, sendo que na costa angolana elas são geralmente encontradas juntas. Assim, o elevado valor de sobreposição verificado (72,59%) possivelmente seria resultado de suas associações no meio e conseqüentemente a partilha dos mesmos recursos alimentares. Por outro lado, a maior intensidade alimentar verificada em exemplares de *Sardinella aurita* e alta percentagem de sobreposição na dieta, é um indicador que estas espécies competem pelos mesmos recursos.

Contudo, a preferência por zooplâncton nalgumas áreas e de fitoplâncton noutras, sugere que a dieta das duas espécies nas suas áreas de distribuição reflete as variações ambientais, sazonais e interanuais, cuja disponibilidade de alimento no meio é o fator decisivo.

Os graus de canibalismo verificados foram significativos tanto para *Sardinella aurita* (36,4%) como para *Sardinella maderensis* (41,5%). As taxas de Canibalismo refletem a abundância entre presas e predadores, e pode ser um indicador de pouca disponibilidade de alimento (Polis, 1981). Todavia, Ojaveer et al. (1999) acrescenta que o número de estômagos vazios reflete a qualidade e quantidade de alimento, e pode também aumentar os níveis de canibalismo. Porém, como no presente trabalho se verificou uma grande quantidade de estômagos vazios principalmente em *Sardinella aurita* e estômagos relativamente cheios (2/4) em ambas espécies, sugere-se portanto, que as altas ocorrência de ovos de clupeídeos nos estômagos de ambas espécies, podiam estar associadas à quantidade e qualidade de alimento, o que teria implicações na variabilidade do recrutamento.

## **4.2. Idade e crescimento**

Este estudo fornece informações relevantes sobre a idade e crescimento de *Sardinella aurita* e *Sardinella maderensis* capturados ao longo da costa Sul de Angola, cujas idades foram determinadas através da leitura de marcas de crescimento em otólitos. Para cada espécie (sexos separados e combinados), foram estabelecidas as curvas de crescimento através do modelo de von Bertalanffy.

---

Com base nas leituras de otólitos *sagittae* inteiros, foram determinados 7 idades para *Sardinella aurita* e 6 para *Sardinella maderensis*.

Segundo Gaamour & Khemiri (2005) a determinação da idade, tem como requisitos fundamentais a escolha do método que confira maior precisão, a estrutura calcificada e o seu método de preparação. Panfili e Loubens (1992) acrescentam que o critério da escolha da melhor estrutura calcificada é normalmente baseado na legibilidade e regularidade de formação das marcas de crescimento. A escolha dos otólitos para a leitura das marcas de crescimento achou-se ser a adequada por duas razões fundamentais: primeiro seria pelo facto de os otólitos serem as estruturas que melhor registam os acontecimentos durante a vida do peixe, e conseqüentemente oferece maior fiabilidade nas leituras, e o segundo seria pela limitação do tempo para a realização do trabalho. Para ambas espécies, o único método de preparação de otólitos foi a imersão destes em glicerol, que foi de utilidade peculiar por realçar melhor os anéis de crescimento. Poder-se-ia ter escolhido outras técnicas de preparação das estruturas, porém, o tempo de trabalho impossibilitou a aplicação destas. A precisão da estimativa de idade para o presente trabalho indicou uma boa reprodutibilidade e o método de validação das leituras mostrou ser adequado, sendo que os coeficientes de variação entre as leituras não diferiram muito.

#### **4.2.1. *Sardinella aurita***

Para os exemplares de *Sardinella aurita*, a idade máxima obtida do conjunto de leituras foi de 8 anos, com a maioria dos indivíduos concentrados nas menores idades. Os comprimentos médios à idade não diferiram significativamente entre os dois sexos, sendo ligeiramente inferior nos machos. Isto pode ser atribuído ao facto de os machos terem sido menos representados nas idades.

A melhor representação da idade 2, a ausência de indivíduos das idades 0-1 e a sobreposição de frequências de comprimento nos anos 2,3,4 e 5 observada em todos os casos (sexos analisados separadamente e combinados) de exemplares de *Sardinella aurita*, reflete a característica da amostra e a seletividade da arte de pesca utilizada, uma vez que a arte de cerco geralmente captura indivíduos quase do mesmo tamanho, facto observado neste estudo, em que as classes intermédias continham o maior número de efetivos. Por outro lado, a ausência de indivíduos pertencentes às idades 7 e 8 nos machos pode ser atribuída a dominância de fêmeas na amostra.

---

O modelo de crescimento de von Bertalanffy figura-se como um dos principais modelos utilizado em estudos de crescimento, tendo como critério principal a leitura de marcas de crescimento em estruturas calcificadas. Por intermédio deste modelo foi possível obter três curvas de crescimento, para machos, fêmeas e sexos combinados.

Uma característica inerente do grupo de pequenos pelágicos é necessariamente por serem espécies de vida curta, conferindo-lhes portanto um rápido crescimento sobretudo nas fases intermédias do seu ciclo de vida. No presente trabalho, para o método direto, o modelo apresentou um coeficiente de crescimento muito baixo quando se analisou os sexos em conjunto, o que não era de se esperar, tendo em conta a natureza da espécie. É difícil fazer uma avaliação precisa de quais fatores terão provocado esta taxa de crescimento. Porém, Magnussen (2007) referiu que o crescimento individual dos peixes pode ser influenciado por fatores externos (principalmente a disponibilidade de alimento, e a temperatura) e propriedades genéticas. Como o trabalho abrangeu apenas uma determinada estação do ano, torna-se difícil inferir que o crescimento terá sido influenciado por fatores ambientais (temperatura). Porém, a quando da análise dos conteúdos estomacais, verificou-se que quase metade dos estômagos encontravam-se vazios, e os que havia alimento não estavam completamente cheios. Por outro lado, foram encontrados valores baixos do fator de condição, o que assegura que a espécie não se encontrava em boas condições relativamente ao meio ambiente. Assim, é correto pensar-se que o coeficiente de crescimento verificado terá sido em resposta da quantidade de alimento ingerida, e do período de reprodução verificado. Adicionalmente, verificou-se que os machos e as fêmeas apresentaram taxas específicas de crescimento, sendo que os machos mostraram atingir mais rapidamente o comprimento assintótico que as fêmeas. Normalmente, o  $t_0$  apresenta valores negativos, o que não se verificou em todos os casos (sexos separados e agrupados), o que pensa-se ser devido a uma possível falha na atribuição de idades.

Da literatura revisada sobre a idade e crescimento de *Sardinella aurita* na costa africana, poucos estudos foram baseados na leitura e interpretação de marcas de crescimento em otólitos. Este facto torna a discussão complexa devido a incapacidade de comparação com base na mesma estrutura. Contudo, na costa congoleza, Ghéno & Fontana (1981) referiram que os otólitos não ofereciam resultados esperados devido a elevada opacidade, daí optarem pelas escamas, sendo esta a estrutura que ofereceu melhores resultados, onde foram determinados 6 grupos de idade, com valores de  $L_\infty = 26$  cm e de  $K = 0.1$ . No presente trabalho, a maior dificuldade encontrada foi a identificação do primeiro anel de

crescimento, porém foi minimamente ultrapassada com a imersão da estrutura em glicerol. Na região do Senegal, Samba (2011), determinou apenas 3 grupos de idade a partir de leituras de marcas de crescimento em otólitos, com os parâmetros  $L_{\infty} = 31.5$  e  $K = 1.79$ . Em contrapartida, na Mauritânia Pascual-Alayon et al., (2008) encontraram valores de  $L_{\infty}$  e  $K$  semelhantes aos do presente estudo, 36,6 e 0.39 respectivamente. Nestas áreas, verificou-se elevado valor de desempenho de crescimento, que pode ser um indicador de condições ótimas em relação ao meio.

De acordo com Magnussen (2007), populações isoladas desenvolvem características genéticas específicas que as permite viver em diferentes condições ambientais. Assim sendo, as variações nos coeficientes de crescimento de diferentes populações de *Sardinella aurita* sugere que a espécie apresenta crescimento específico em diferentes áreas da sua distribuição, o que possivelmente estaria relacionado com às diferentes condições ambientais, disponibilidade de alimento ou a heterogeneidade dos métodos (erros na amostragem, uso de várias técnicas de tratamento de otólitos, cálculo dos parâmetros por diferentes métodos e dispersão de frequências de comprimento).

#### **4.2.2. *Sardinella maderensis***

Como para *Sardinella aurita*, a idade para os exemplares de *Sardinella maderensis* foi determinada pela leitura de marcas de crescimento em otólitos *sagittae*. As idades estimadas variaram entre 3-8 anos, fazendo um total de 6 idades, com a melhor representação da idade 6. A ausência de indivíduos dos 0 aos 2 anos de idade e a menor representação da idade 3, atribui-se em parte, a restrita gama de comprimentos amostrados, uma vez que as amostras não incluíram indivíduos de dimensões inferiores a 28 cm, o que explica o facto de terem sido encontrados indivíduos pertencentes à diferentes classes de comprimento, quase com a mesma idade, evidenciado pela sobreposição da idade 6.

As curvas de crescimento de von Bertalanffy obtidas refletem o crescimento dos indivíduos de *Sardinella maderensis* amostrados. A semelhança verificada nos coeficientes de crescimento entre machos e fêmeas implica dizer que possivelmente não há diferença no crescimento entre estes. Adicionalmente, ao se analisar os dados como um todo, verificou-se um valor da constante de crescimento muito baixo, resultando numa curva de crescimento achatada (fig. 3.10). Este resultado sugere um crescimento lento para espécie, o que não se esperava, tendo em conta a sua natureza biológica. Todavia, segundo Jones (2000) os modelos de crescimento tentam ajustar os comprimentos médios à idade a um

---

padrão de crescimento absoluto que é lento nas primeiras fases de vida do peixe, rápido nas fases intermédias e novamente lento quando os peixes crescem e começam a reproduzir-se. Entretanto, como foram amostrados apenas indivíduos adultos, e como o coeficiente de crescimento diminui com a idade, possivelmente este terá sido afetado por estas variantes.

Por outro lado, o resultado da análise de comprimento de primeira maturação sexual mostrou que 50% dos indivíduos de *Sardinella maderensis* atinge a maturidade sexual aos 29.38 cm. Porém, pode-se inferir que quase todos indivíduos amostrados encontravam-se sexualmente maduros, conferindo-lhes portanto um crescimento lento devido a energia necessária para recuperação das gónadas para um novo ciclo reprodutor. Assim sendo, não é incorreto assumir-se que o valor da constante de crescimento também terá sido afetado pela atividade reprodutiva.

Em geral, poucos trabalhos foram publicados utilizando os otólitos para a determinação de idade de *Sardinella maderensis*. Porém, Samba (2011) verificou que na região do Senegal, a espécie atinge um  $L_{\infty} = 31,5$  e um  $K = 1,09$ . Contrariamente, na região do Congo foram encontrados valores baixos quer de  $L_{\infty}$  como de  $K$  (24,93 e 0.082 respectivamente). Estes resultados não corroboram com os encontrados no presente estudo, ( $L_{\infty} = 36$   $K = 0.14$ ), o que propõe que as discrepâncias nos coeficientes de crescimento refletem as características de cada área relativamente às condições que favorecem o crescimento.

A estimação de crescimento a partir de estruturas calcificadas nem sempre é uma tarefa fácil, sobretudo para espécies tropicais e subtropicais (Ghéno & Fontana, 1981). Porém, alguns métodos matemáticos têm sido desenvolvidos, os quais permitem a conversão de dados de frequências de comprimentos em composições de idade. Portanto, Limuwa et al., (2014) relatou que a interpretação final e a fiabilidade destes métodos necessitam de dados de estimação direta de idade através da leitura de marcas de crescimento em estruturas duras. No presente trabalho, para as duas espécies, os dois métodos utilizados (métodos diretos e indiretos) produziram resultados diferentes (principalmente no que respeita os coeficientes de crescimento). Em contrapartida, os resultados da estimação de idade pelo método indireto mostrou alguma coerência relativamente aos resultados reportados por outros autores que utilizaram estruturas duras noutras áreas, o que assume-se ser o mais correto para as espécies em estudo. Porém, para o presente trabalho, a controvérsia verificada entre ambos os métodos parece estar associada ao facto de o programa utilizado para a estimação dos parâmetros de crescimento através do método indireto (LFDA) ter

---

feito uma estimaco do crescimento geral da espécie, no considerando portanto os limites de comprimentos amostrados, resultando em curvas mesmo sem dados de comprimento, ao passo que o método grfico de von Bertalanffy para as duas espécies considerou apenas os tamanhos amostrados.

### 4.2.3. Relaes morfométricas

O estudo da relao peso-comprimento é de fundamental importncia na estimaco adequada do peso a partir de um comprimento conhecido e vice-versa, e na avaliao da estrutura dos desembarques através da distribuo de frequência de comprimento. Estes estudos permitem analisar o ritmo do crescimento de um indivíduo, através do coeficiente de alometria ( $b$ ) e o ciclo sazonal da evoluo do peso do peixe. A alometria positiva verificada na relao peso-comprimento para fêmeas e sexo combinados de exemplares de *Sardinella aurita*  um indicador que no h uma proporcionalidade no crescimento em comprimento e no crescimento em peso, isto é, o incremento em comprimento é superior ao desenvolvimento em peso. J para os machos, a alometria negativa propõe que h maior crescimento em peso que comprimento.

O valor teórico 3 representa o crescimento isométrico em condies fisiologicamente adequadas. Segundo Ghno & Fontana (1981), os valores de  $b$  podem variar tendo em conta os tamanhos desembarcados, as variaes sazonais ou interanuais. Mais uma vez, a limitao temporal no permite fazer comparaes sazonais. Todavia, estes resultados esto em concordncia com os valores médios do fator de condio, pelo que se obteve valores consideravelmente baixos. Um outro aspeto que pode explicar esta evidência é a atividade reprodutiva, sendo que provavelmente a maior parte da energia poder ter sido alocada para o processo reprodutivo, e conseqüentemente provocar uma reduo no peso. António (2004) achou uma alometria positiva para os exemplares de *Sardinella aurita* ao longo de toda costa Angolana. Uma possível explicao para esta diferena seria a periodicidade em que cada estudo foi realizado.

Ao contrrio de *Sardinella aurita*, os resultados da relao peso-comprimento para machos, fêmeas e sexos combinados de exemplares de *Sardinella maderensis* apontam para um crescimento alométrico negativo. Estes resultados sugerem que a espécie cresce mais em peso que em comprimento. Entretanto, este facto apresenta alguma coerência com os valores de condio observados, sendo que foram observados valores elevados. Estes

---

resultados apresentam alguma semelhança com os encontrados por Marcus (1989), cujos valores da variável  $b$ , indicou uma alometria negativa para as fêmeas e sexos combinados.

De acordo com Zaret (1980), um peixe está em melhores condições relativamente ao meio ambiente, quando este apresentar maior peso do que comprimento, isto é, quanto maior o peso, maior a contribuição reprodutiva individual, a habilidade de escapar de predadores e maior habilidade de natação para capturar as presas. Assim, pensa-se portanto que *Sardinella maderensis* está em boas condições relativamente ao ambiente, independentemente da atividade reprodutiva.

Na região do Congo estudos mostraram que tanto *Sardinella aurita* como *Sardinella maderensis* apresentaram maiores valores do fator de condição em estações frias e valores baixos em estações quentes (Ghéno & Fontana, 1981). Todavia, os mesmos autores salientaram que os períodos em que se verificaram maiores valores de condição correspondem a períodos de maior presença de nutrientes na água. Silva et al. (2005) relatou que pequenas variações em torno do coeficiente de alometria  $b$  podem estar relacionadas com as diferenças de condições ambientais e a aspetos genéticos inerentes à cada espécie e ou populações de uma mesma espécie. Contudo, ainda na área do Congo, foi possível observar que *Sardinella aurita* apresentou maiores valores extremos mensais e variações mais acentuadas que *Sardinella maderensis*, o que levou a concluir que a primeira espécie chega a ser mais exigente em termos de alimentação e que não tem a mesma capacidade de filtração ou assimilação de alimento que a segunda. Logo, é correto inferir que as duas espécies alocam de maneira diferente a energia obtida dos alimentos, e que a primeira é mais exigente em termos de variações ambientais. No Senegal e nos Camarões, Samba (2011) e Fagade & Olaniyan (1973), encontraram os mesmo resultados que os observados no Congo, sendo que os maiores valores de condição foram registados em épocas de abundância de alimento, correspondente a épocas de afloramento. Portanto, é correto concluir que as variações verificadas na condição de *Sardinella maderensis* provavelmente estão associadas às condições hidrológicas diferenciadas e a disponibilidade de alimento.

Relativamente à análise de regressão para as relações morfométricas, o modelo demonstrou fraca correlação entre algumas variáveis. Este facto foi verificado nas duas espécies e provavelmente é resultado da metodologia de amostragem, uma vez que foram feitas amostragem por classes de comprimento, pelo que o modelo terá assumido o mesmo

---

comprimento para diferentes indivíduos. Como consequência disto, em ambas espécies também se verificou alometrias negativas para a maioria das correlações, que é um indicador da existência de desproporcionalidade de crescimento entre o comprimento total e as demais variáveis analisadas.

Assim, no tocante a importância do estudo das relações morfométricas para construção de artes de pesca, para as duas espécies, estas devem ser construídas principalmente com base nos comprimentos totais, uma vez que os resultados apontam menor crescimento em comprimento. A falta de estudos sobre análise de relações morfométricas com base nas mesmas variáveis consideradas neste estudo, dificulta a discussão no presente trabalho.

### **4.3. Atividade reprodutiva**

A predominância de fêmeas para espécies da família Clupeidae, tem sido frequentemente evidenciada. Assim, a predominância de fêmeas relativamente aos machos pode estar associado à natureza das fêmeas, devido ao seu rápido crescimento na maioria dos casos.

#### **4.3.1. *Sardinella aurita***

Devido à sobreposição de indivíduos maduros nas classes intermédias, não foi possível estimar o comprimento de maturação sexual para machos e fêmeas separadamente, porém, obteve-se apenas valores para os sexos combinados. A ogiva de maturação permite separar a fração reprodutora ou desovante da não desovante. O comprimento em que 50% dos indivíduos são considerados sexualmente maduros, parece estar em conformidade com as características biológicas da espécie, isto é, sendo uma espécie de rápido crescimento, atingem igualmente a maturidade sexual mais cedo que as espécies de crescimento lento. Outro sim é o facto de se terem verificado indivíduos maduros aos 17 cm de comprimento, indicando que quase todos os indivíduos amostrados encontravam-se sexualmente maduros ou que já tinham desovado pelo menos uma vez, e como consequência resultou na ogiva pouco comum observada (fig. 3.23). Estudos realizados no Congo e na Mauritânia (Ghéno & Fontana, 1981; Fontana & Pianet, 1973) mostraram que em *Sardinella aurita*, todos os indivíduos da população estão sexualmente maduros quando atingem um comprimento máximo entre 20 e 21cm (CT), contrariamente ao comprimento encontrado na Costa do Marfim (24cm) (Marchal, 1991). Na costa angolana, António (2004), encontrou valores de primeira maturação de 23 e 22 cm para fêmeas e machos respectivamente. Pelas razões mencionadas anteriormente, não foi possível estimar o comprimento de maturação sexual

---

por sexo, pelo que torna-se difícil fazer esta comparação, porém, estes valores não diferem muito dos encontrados para os sexos analisados em conjunto neste trabalho. Relativamente às diferenças verificadas entre as diferentes áreas, é uma questão que somente estudos futuros poderão responder, devido sobretudo a restrita gama de tamanhos considerados e à limitação do período de amostragem do presente estudo.

A evolução do índice gonado - somático tem sido utilizada como indicador de períodos de desova de muitas populações de peixe. Para o presente estudo as variações verificadas no desenvolvimento das gónadas, reflete a relação entre o peso do corpo e o peso das gónadas. Ao se analisarem os sexos separadamente, observaram-se diferentes picos entre machos e fêmeas, sendo que as fêmeas apresentaram o pico de maturação máxima um mês antes que os machos, o que é um indicador de que as fêmeas eventualmente atingem a maturidade sexual mais cedo que os machos. Por outro lado, a análise das variações do IGS para os dados como um todo, revelou que a amostragem coincidiu com o período de reprodução da espécie, evidenciado pelo pico de maturação registado em Março, o que indica ser o mês de postura para referida espécie, que é confirmado com a presença de indivíduos no estágio I e VI (correspondentes a imaturos e pós-desova respectivamente) no mês seguinte (Abril). Uma vez que o tempo de amostragem abrangeu apenas quatro meses, este período de desova será considerado tendo em conta apenas o período referenciado. Geralmente o IGS apresenta uma variação inversa à variação do fator de condição, e foi confirmado no presente estudo para os exemplares de *Sardinella aurita*, uma vez que a condição (K) mostrou tendências decrescentes com o aumento do IGS (fig. 3.26). Tanto o desenvolvimento das gónadas como a sua recuperação, requerem energia extra e que os indivíduos se encontrem numa boa condição, a qual reflete sobretudo a disponibilidade de alimento. Porém, no que respeita a condição, os resultados sugerem que esta foi influenciada pela atividade reprodutiva. Assim, pode-se concluir que em *Sardinella aurita* a maior parte da energia adquirida dos alimentos é alocada principalmente para a atividade reprodutiva.

#### **4.3.2. *Sardinella maderensis***

Quanto à pequena variação na proporção entre machos e fêmeas em *Sardinella maderensis*, pode ser um indicador que estes se encontrem nas mesmas proporções na natureza. Para *Sardinella maderensis*, quase todos indivíduos eram considerados sexualmente maturos ( $L_{m50} = 29,38$ ), ou seja, foram amostrados indivíduos com

---

comprimentos totais a partir dos 28 cm, o que propõe que os indivíduos considerados imaturos possivelmente já tinham desovado, e isto é confirmado com o mês em que ocorrera o pico máximo de maturação para os sexos combinados (Janeiro). Contudo, não obstante o facto de a desova ter ocorrido provavelmente em Janeiro, verificou-se a presença de indivíduos maduros em todos os meses de amostragem (fig. 3.22), o que sugere uma desova múltipla, característico de reprodutores contínuos. Assim, é correto pensar que o alto valor de  $Lm_{50}$  observado poderá ter sido influenciado pelo elevado número de indivíduos maduros na amostra. No Congo e em Angola, foram encontrados tamanhos similares de maturação sexual, variando entre 20-24 cm. Portanto, esta é mais uma evidência que os resultados do presente estudo terão sido influenciados pela composição da amostra.

A coerência verificada nas variações de IGS entre machos e fêmeas pode ser um indicador de poucas variações no desenvolvimento das gónadas entre os sexos. Ainda nesta análise, há evidências de um segundo pico de maturação máxima, constatado principalmente nas fêmeas, sugerindo duplo lançamento de óvulos, ou uma provável maturação sexual tardia dos machos relativamente às fêmeas. Contudo, na análise conjunta dos sexos, o IGS mostrou variações ténues ao longo do período em estudo, tendo sido verificada uma sincronia entre este e o fator de condição.

Le Cren (1951) refere que o fator de condição é um indicador da condição do peixe e que varia de acordo com o teor de gordura, adequação ao ambiente e desenvolvimento das gónadas. Cury & Fontana (1988) acrescentaram que as condições alimentares desempenham um papel fundamental na variação do fator de condição, e que este pode ser usado como indicador do período de desova na ausência de dados de reprodução (IGS). Todavia, a sincronia verificada entre o IGS e o fator de condição sugere que esta espécie utiliza a energia obtida dos alimentos simultaneamente para o crescimento somático e para reprodução, e isto foi assegurado pelo facto de a atividade reprodutiva não ter alterado a condição dos indivíduos. Resultados semelhantes foram reportados por Cury & Fontana, (1988) na região do Congo onde chegou-se a conclusão que a espécie apresenta vários picos de desova ao longo do ano (normalmente em épocas quentes), sendo portanto considerada como um reprodutor contínuo. Nestas condições, não se pode usar o fator de condição como indicador do período de desova para *Sardinella maderensis*, uma vez que, não há uma relação inversa entre o fator de condição e o índice gonado - somático.

---

## **5 CONSIDERAÇÕES FINAIS**

---

## 5. Considerações Finais

Ao longo deste estudo foi possível compreender que as sardinelas se alimentam de uma grande variedade de presas, com diferentes dimensões, daí que a suas classificações quanto a estratégia alimentar evidenciou um comportamento generalista. As suas dietas foram maioritariamente constituídas por copépodes, sendo complementadas por uma considerável quantidade de fitoplâncton, uma pequena fração de protistas fagotróficos e ovos de clupeídeos (indicador de canibalismo). Da mesma forma, foi possível verificar que ambas espécies não ingeriram um grande número de presas diferentes, o que levou a aferição que estas espécies apresentam uma dieta similar, apenas em diferentes graus. Assim sendo, os resultados poderiam sugerir que os copépodes apresentam-se como presas de grande valor nutricional para as sardinelas, e que as restantes presas são apenas complemento às suas necessidades energéticas. Relativamente à sobreposição na dieta, os resultados apontam para uma competição dos recursos disponíveis no meio, e que as quantidades ingeridas estariam associadas à capacidade de captura e ingestão das mesmas.

Como os coeficientes de crescimento diminuem com a idade, considera-se portanto que os baixos coeficientes de crescimento verificadas para ambas espécies, poderão ter sido influenciados pelo desequilíbrio das amostras, ou seja, a ausência de indivíduos de menor tamanho e a sobreposição das frequências de comprimento dos maiores indivíduos, isto porque para estudos de idade, é necessária que as amostras incluam todos os tamanhos da população.

Uma vez que o crescimento é fortemente influenciado pelas condições alimentares dos indivíduos, uma outra hipótese seria a disponibilidade de alimento, pelo que mais uma vez a restrição do tempo em que o trabalho foi levado a cabo não permitiu fazer esta aferição. A estimação de idade requer esforço contínuo por parte das pessoas envolvidas, com isto pretende-se assegurar que este é apenas um de muitos trabalhos que serão realizados sobre aspetos ligados ao crescimento das sardinelas no país, em particular na região do Namibe. Quanto às diferentes relações morfométricas estabelecidas, verificou-se que ambas espécies crescem mais em comprimento que as restantes variáveis analisadas, com exceção da altura do corpo, tendo-se verificado uma alometria positiva nesta relação para ambas espécies.

Os valores do parâmetro  $b$  da relação peso-comprimento mostrou que não existe uma isometria no crescimento entre peso e comprimento para ambas espécies, sendo que para

---

*Sardinella aurita* foi encontrado uma alometria positiva, indicado pela diminuição do peso com o comprimento, e uma alometria negativa por parte de *Sardinella maderensis* sugerindo maior crescimento em peso que em comprimento. No entanto, devido ao facto dos dados terem sido para estas análises realizados em classes de 0,05 cm, os resultados obtidos devem ser interpretados com algum cuidado uma vez que não são indicadores específicos das relações medidas se os dados fossem tratados ao milímetro.

A proporção sexual varia de espécies para espécie, entre diferentes populações de uma mesma espécie, podendo também ocorrer variações interanuais. Assim, para este estudo verificou-se que para *Sardinella aurita* as fêmeas ocorrem em maior abundância no ecossistema, já para *Sardinella maderensis*, verificou-se uma proporção bastante próxima.

Relativamente à atividade reprodutiva das sardinelas, os resultados sugerem que as sardinelas atingem a maturidade sexual tarde (relativamente à outras áreas), e que mais uma vez terá sido reflexo dos comprimentos amostrados. Finalmente, a evolução do índice gonado-somático evidenciou o mês de Março e Janeiro como período de desova para *Sardinella aurita* e *Sardinella maderensis* respectivamente, e que a primeira espécie aloca a energia obtida dos alimentos principalmente para a atividade reprodutiva, enquanto a segunda utiliza esta energia tanto para o crescimento somático como para a reprodução, facto refletido no fator de condição. Nisto, é correto sugerir-se que *Sardinella aurita* é mais dependente das condições ambientais que *Sardinella maderensis*. Assim, *Sardinella aurita* como prefere águas mais claras e menos costeiras, com menos variações de salinidade e pH, pode ser mais sensível às alterações globais que promovem aumento de temperatura, diminuição de pH, fortes precipitações, maior variação de salinidade e outros eventos extremos.

Portanto, após este trabalho é certo concluir que existe uma associação entre as sardinelas na costa Sul de Angola, pelo que partilham alguns hábitos, sobretudo no que respeita a composição das suas dietas.

Apesar das limitações discutidas na secção anterior, pode-se dizer que foi dado um passo significativo no sentido de aumentar os conhecimentos sobre a biologia destas espécies, uma vez que são espécies que ocorrem em toda costa angolana e sobre as quais se sabe ainda muito pouco. Sendo espécies detentoras dos maiores desembarques pelágicos no país e na região, o estudo da sua biologia e ecologia será fundamental para tornar possível o estabelecimento de medidas adequadas de gestão.

## 6. Referências Bibliográficas

- Abelha, F. C. M., Agostinho, A. A. & Goulart, E. (2001), Plasticidade trófica em peixes de água doce. *Acta Sci.*, 23: 425-434.
- António, M. A. (2004), Características Biológicas dos Mananciais de *sardinelas*, *Sardinella aurita* Valenciennes, 1847 e *Sardinella maderensis* Lowe, 1838 na costa angolana. Tese de Mestrado. Universidade do Algarve, Portugal, 89 p.
- Araújo, G. S., Araújo, A. S. & Chellappa, S. (2012), Tipo de crescimento e aspetos reprodutivos do peixe marinho *Oligoplites palometa* (Osteichthyes: Carangidae), na costa do Rio Grande do Norte, Brasil. *Biot. Amaz.*, 2: 25-30.
- Axelsen, B. E., Zaera, D., Ostrowski, M., Vas-Velho, E. & Luyeye, N. (2004), Surveys of the Fish Resources of Angola. Survey of the Pelagic resources, 85 p.
- Bakun, A. & Parrish, R. H. (1990), Comparative studies of coastal pelagic fish reproductive habitats: the Brazilian sardine (*Sardinella aurita*). *J. Cons. Int. Explor. Mer.*, 46: 269-283.
- Beamish, R. J. & MacFarlane, G. A. (1996), A discussion of the importance of aging errors, and an application to walleye pollock: the world's largest fishery. In: Secor D. H., Dean J.M., Campana S. E. (ed.) Recent developments in Fish otolith Research, University of South Carolina Press, Columbia, SC., p. 545-565.
- Beckman, D. W. & Wilson, C. A. (1995), Seasonal timing of opaque zone formation in fish otoliths. In: Secor, D. H., Dean, D. H., Campana, S. E. (ed.) Recent Developments in Fish Otolith Research, University of South Carolina Press, p. 27-43.
- Brewer, T. D. & Warburton, K. (1992), Selection of prey from seagrass/mangrove environment by golden lined whiting, *Sillago analis* (whitley). *J. Fish Biol.*, 40: 257-271.
- Binohlan, C. & Pauly, D. (2000), The length-weight table. In: Froese R., Pauly, D. (ed.) Fishbase 2000: concepts, design and data sources, ICLARM, ISBN, Manila, Philippines, p. 121-123.
- Boëly, T. & Fréon, F. (1979), Les ressources pélagiques côtières. In: Troadec et Garcia (éd.) Les ressources halieutiques de l'Atlantique centre-ouest. 1ere partie: Les ressources du golf de Guinée, de l'Angola à la Mauritanie. FAO Doc. Tech., 186 p.
- Boely, T. & Chananne, J. (1975), Les poissons pelagiques cotiers au Senegal La peche sardiniere it Dakar: etat actuel et perspectives. *Bull. Inst.*, 37: 859 -886.
- Binet, D. (1988), Rôle possible d'une intensification des alizés sur le changement de répartition des sardines et sardinelles le long la côte ouest africaine. *Aquat. Living Resour.*, 1: 115-132.
- Cailliet, G. M. (1977), Several approaches to the feeding ecology of fishes. In: Sirnenstad C. A., Lipovsky S. J. (ed.) GUTSHOP 76 Fish food habit studies. Proc 1st Pacific Northwest Tech. Workshop. Washington Sea Grant Publications, Seattle, p. 1-13.

- 
- Campana, E. S. (2001), Accuracy, precision and quality control in age determination, including review of the use and abuse of age validation methods. *J. Fish Biol.*, 59: 197-242.
- Campana, E. S. & Neilson, D. J. (1985), Microstructure of fish otoliths. *Can. J. Fish Aquat. Sci.*, 42: 1014-1032.
- Campana, E. S. (1984), Lunar cycles of otolith growth in the juvenile starry flounder. *Mar. Biol.*, 80: 239-246.
- Camposano, G. F. & Pompiani, P. G. (2009), Biologia reprodutiva das principais espécies de peixes da Ordem Characiformes, capturadas na lagoa do Deda, no rio taquari, Coxim, p. 1-19.
- Casselman, J. M. (1983), Age and growth assessment of fish from their calcified structures techniques and tools. In: Prince, E. D., Pulos, L. M. (ed.) Proceedings of the International Workshop on age determination of oceanic pelagic fishes: tunas, billfishes, and sharks. U.S. Department of Commerce. NOAA Technical Reports 8. *National Mar. Fish. Serv. USA*, p. 1-17.
- Casselman, J. M. (1987), Determination of age and growth. In: Weatherley, A. H., Gill, H. S. (ed.) *The biology of fish growth*, Chap.7. Academic Press, New York, p. 209-242.
- Castanet, J., Meunier, F. J. & Francillon-Vieillot, H. (1992), Squelettechronologie à partir des os et des dents chez les vertébrés. In: Baglinière J.L., Castanet J., Conand F., Meunier F.J. (ed.) *Tissus durs et âge individuel des vertébrés. Colloques et Séminaires*, Paris, p. 257-280.
- Castello, P. J. (2007), Gestão sustentável dos recursos pesqueiros. Isto é Possível? *Pan-Amer. J. Aquat. Sci.*, 2: 47-52.
- Chalkia, V. V. & Bobori, D. C. (2006), Length-Length and Length-Mouth Dimensions Relationships of Freshwater Fishes of Northern Greece. Proceedings of the 10th International Congress on the Zoogeography and Ecology of Greece and Adjacent Regions, 123 p.
- Chang, W. B. (1982), A statistical method for evaluating the reproducibility of age determination. *Can. J. Fish. Aquat. Sci.*, 39: 1208-1210.
- Costalogo, D. & Palomera, I. (2014), Feeding of European pilchard (*Sardina pilchardus*) in the northwest Mediterranean: from late larvae to adults. *Sci. Mar.*, 78: 41-54.
- Costello, M. J. (1990), Predator feeding strategy and prey importance: a new graphical analysis. *J. Fish Biol.*, 36: 261-263.
- Cury, P. & Fontana, A. (1988), Compétition et stratégies démographiques comparées de deux espèces de sardinelles (*Sardinella aurita* et *Sardinella maderensis*) des côtes ouest africaines. *Aquat. Living Resour.*, 1: 165-180.
- Cury, P., Shannon, L. J. & Shin, J. Y. (1995), The Function of Marine Ecosystems. *Mar. Coast. Manag.*, p. 1-22.
- Cury, P., Bakun, A., Crawford, R. J. M., Jarre-Teichmann, A., Quinones, R., Shannon, L. J. & Verheye, H. M. (2000), Small pelagics in upwelling systems: patterns of interaction and structural changes in “wasp-waist” ecosystems. *J. Mar. Sci.*, 57: 603-618.
-

- 
- Degnbol, P. (1992), The contents of whiting stomachs: statistics. ICES, C. M. D., 31: 15 p.
- Dia, A. E. K. (1972), Etude de la nutrition de certains clupéidés de Côte d'Ivoire. Rapport FAO/PNUD, Abidjan, RS, 33 p.
- Diouf, K., Samb, B. & Sylla, M. (2010), Contribution à la connaissance de la biologie des sardinelles (*Sardinella aurita* et *Sardinella maderensis*) du littoral sénégalais. In: Garcia, D. S., Tandstad, M., Caramelo, A. M. (ed.) Science et aménagement des petits pélagiques. Symposium sur la science et le défi de l'aménagement des pêcheries de petits pélagiques sur les stocks partagés en Afrique nord-occidentale. Casablanca, Maroc, p. 39-56. Rome, FAO.
- Djama, T., Gabche, C. & Njifonju, O. (1989), Growth of *Sardinella maderensis* in the Lobe estuary, Cameroon. *Fisbyte*, 7: 8-10.
- Fagade, S. O. (1979), Observation of the biology of two species of Tilapia from the Lagos lagoon Nigeria. *Bull. Inst. Fond Afr. Nore Ser. A.*, 41: 627-658.
- Fagade, S. O. & Olaniyan, O. I. G. (1973), Food and feeding inter-relationship of fishes in Lagos lagoon. *J. Fish Biol.*, 5: 203-225.
- FAO, IFAD & WFP. (2013), The State of Food Insecurity in the World. The multiple dimensions of food security. Rome, FAO.
- Fisher, W., Bianchi, G. & Scott, W. B. (1981), Fiches FAO d'identification des espèces pour besoins de la pêche. Atlantique centre-est; zones de pêches 34-47 (en partie). Canada Fonds de Dépôt. Ottawa, Ministère des Pêcheries et Océans, en accord avec l'Organisation des Nations Unies pour l'Alimentation et l'Agriculture, p. 1-7.
- Fontana, A. & Pianet, R. (1973), Biologie des sardineles *Sardinella eba* (Val) et *Sardinella aurita* (Val) des Cotes du Congo au Gabon. *Doc. Sci. Cent. Pointe-Noire*, 31: 38 p.
- Freon, P. (1988), Réponses et adaptations des stocks de Clupéidés d'Afrique de l'Ouest à la variabilité du milieu et de l'exploitation. Etudes et Thèses. Orstom Editions, 287 p.
- Froese, R. & Pauly, D. (2003), (ed.) FishBase, World Wide Webelectronic publication.
- Gaamour, A. & Khemiri, S. (2005), Age determination procedures for fishes at the Sclerochronology Laboratory of the *Inst. Nat. Sci. Tech. Mer.*, 8 p.
- Gaamour, A., Missaoui, H., Bem-Abdallah, L. & El Ahmed, A. (2001), Parametres biologiques de la sardinella ronde (*Sardinella aurita* Valenciennes, 1847) dans la région du Cap Bom, p. 1-9.
- Garrido, S. (2007), Trophic ecology of the atlanto-iberian sardine (*Sardina pilchardus*). Tese de doutoramento. Universidade do Algarve, Portugal, 194 p.
- Garrido, S., Ben-Hamadou, R., Oliveira, P. B., Cunha, M. E., Chícharo, M. A. & van der Lingen, C. D. (2008), Diet and feeding intensity of sardine *Sardina pilchardus*: correlation with satellite-derived chlorophyll data. *Mar. Ecol. Prog. Ser.*, 354: 245-256.
- Gerking, S. D. (1994), Feeding ecology of fish. San Diego, Academic Press, 416 p.
- Gheno, Y. (1975), Nouvelles etudes sur la determination de l'age et la croissance de *Sardinella aurita* dans la region de Pointe-Noire. *Cah. OR. OM. Ser. Oceanogr.*, 13: 251-262.
-

- 
- Ghéno, Y. & Campos Rosado, F. (1972), Distribution de fréquences de longueur des sardinelles *Sardinella aurita* (Val.) et *Sardinella eba* (Val.) débarquées à Pointe Noire et à St. Paul de Coanda . Doc Cent., 26: 14 p.
- Ghéno, Y. & Fontana, A. (1981), Les stock de petits pelagiques côtiers: les sardinelles. In: Fontana, A. (ed.) Milieu marin et ressources halieutiques de la République populaire du Congo, travaux et documents. Paris, 138: 213-257.
- Ghéno, Y. & Le Guen, J. C. (1968), Détermination de l'âge et croissance de *Sardinella eba* (Val.) dans la région de Pointe-Noire. *Cah. OR. OM. Ser. Oceanogr.*, 6: 69-82.
- Gomiero, L. M. & Braga, F. M. S. (2003), Relação peso-comprimento e fator de condição para *Cichla cf. ocellaris* e *Cichla monoculus* (Perciformes, Cichlidae) no reservatório de Volta Grande, rio Grande - MG/SP. *Acta Sci.*, 25: 79-86.
- Harding, G. (2004), Key to the Adults Pelagic Calanoid Copepods found over the continental Shelf of the Canadian Atlantic Coast (67 Species). *Mar. Environ. Sci.*, 77 p.
- Hay, D. E. (1981), Effects of capture and fixation on gut contents and body size of Pacific herring larvae. *Rapp. P.V. Réun. Cons. int. Explor. Mer.*, 178: 395-400.
- Huggett, J. & Bradford-Grieve, J. (2007), Guide to some common copepods in the Benguela Current. Zooplankton workshop Swakopmund, Namibia, 44 p.
- Hureau, J. C. (1970), Biologie comparée de quelques poissons antarctiques (Nototheniidae). *Bull. Inst. Océanogr.*, 60: 1-250.
- Hyslop, E. J. (1980), Stomach contents analysis: a review of methods and their application. *J. Fish Biol.*, 17:41-429.
- Ihssen, P. E. (1981), Stock Identification. Materials and Methods. *Can. J. Fish. Aquat. Sci.*, 38: 1838-1855.
- Ikeda, P. G. R. (2003), Idade, crescimento e aspetos reprodutivos de *Macrodon ancylodon* (Block & Schneider, 1801) na Costa Norte do Brasil. Tese de Mestrado, Universidade de São Paulo, Brasil, 131 p.
- Jones, C. M. (2000), Fitting growth curves to retrospective size-at-age data. *Fish. Resear.*, 46: 123-129.
- Karachle, P. K. & Stergiou, K. I. (2010a), Intestine Morphometrics: a Compilation and Analysis of Bibliographic Data. *Acta Ichthy. Pisc.*, 40: 45-54.
- Karachle, P. K. & Stergiou, K. I. (2004), Preliminary Results on Relationships between Tail Area and Total Body Length for Four Fish Species. *Rapports de la Commission International de la Mer Méditerranée*, 37: 376 p.
- Karachle, P. K. & Stergiou, K. I. (2013), Feeding and ecomorphology of three clupeoids in the North Aegean Sea. *Medit. Mar. Sci.*, 15: 9-26.
- King, M. (1995), Fisheries Biology, Assessment and Management. *Black. Sci.*, 341 p.
- Kirkwood, G. P., Aukland, R. & Zara, S. J. (2001), Length frequency Distribution Analysis (LFDA), Version 5.0, MRAG Ltd, London, UK.

- 
- Lai, H. L., Gallucci, V. F., Gunderson, D. R. & Donnelly, R. F. (1996), Age determination in fisheries: methods and applications to stock assessment. In: Gallucci, F. V., Saila, B. S., Gustafson, D. J. M., Rothschild, B. J. (ed.) Quantitative Methods and Applications for Small-Scale Fisheries. Lewis Publishers, New York, p. 82-178.
- Lasker, R. (1970), Utilization of zooplankton energy by a Pacific sardine population in the California current. In: Steele, J. H. (ed.) Marine Food Chains. Oliver and Boyd, Edinburgh, p. 265-284.
- Lawson, O. E., Doseku, A. P. & Ajepe, G. R. (2013), Fish Assemblage of Majidum Creek, Lagos, Nigeria. *J. Biol. Sci.*, 13: 577-586.
- Lazzaro, X. (1987), A review of planktivorous fishes-their evolution, feeding behaviours, selectivities, and impacts. *Hydr*, 146: 97-167.
- Le Cren, E. D. (1951), The length-weight relationship and seasonal cycle in gonad weight and condition in the perch (*Perca fluviatilis*). *J. Animal Ecol.*, 20: 201-219.
- Limuwa, M., Kaunda, H. W. E., Tembo, M. F., Msukwa, D. & Jamu, A. E. (2014), Age and Growth of Lake Malawi Salmon *Opsaridium microlepis* (Günther, 1864) in the Linthipe River in Central Malawi using otoliths. *Worl. Appl. Sci. J.*, 32: 595-600.
- Luyeye, N. (2002), Studies of biology, ecology and school behaviour of sardinella in the angolan fishery. Tese de mestrado. Universidade de Cape Town, África do Sul, 147 p.
- Madkour, F. F. (2012), Feeding ecology of the round sardinella, *Sardinella aurita* (Family-Clupeidae) in the Egyptian Mediterranean waters. *Inter. J. Environ. Sci. Engin.*, 2: 83-92.
- Magnussen, E. (2007), Interpopulation comparison of growth patterns of 14 fish species on Faroe bank. Are all fishes on the bank fast growing? *J. Fish Biol.*, 71: 453-475.
- Magro, M., Cergole, M. C. & Rossi-Wongtschowski, B. L. C. (2000), Síntese de conhecimentos dos principais recursos pesqueiros costeiros potencialmente exploráveis na costa Sudeste/Sul do Brasil: peixes. Avaliação do potencial sustentável de recursos vivos na zona econômica exclusiva - REVIZEE. São Paulo, MMA/CIRM, 145 p.
- Marchal, E. (1991), Un essai de caractérisation des populations de poissons pelagiques côtiers: cas de *Sardinella aurita* des cotes ouest-africaines. In: Cury, P., Roy, C. (ed.) Pecheries ouest. Africaines, variabilite et changement, Paris, p. 192-200.
- Marcus, O. (1982), The Biology and fishery of *Sardinella maderensis* (Lowe, 1839) caught off the Nigerian coastal water. *An. Rep. Nig. Inst. Oceanogr. Mar. Res.* Lagos, p. 9-10.
- Marcus, O. (1984), Annual eport of Nigerian Institute for Oceanography and Marine Research, Lagos, Nigeria, p. 1-11.
- Matsuura, Y. (1981), Análise econômica da produção da sardinha na região sudeste do Brasil. *Bol. Inst. oceanogr.*, 30: 57-64.
- Matsuura, Y. (1996), A probable cause of recruitment failure of the brazilian sardine *Sardinella aurita* population during the 1974/75 spawnig season. *S. Afr. J. Mar. Sci.*, 17: 29-35.
-

- 
- Médina-Gaenner, M. (1985), Etude du zooplancton côtier de la baie deDakar et de son utilisation par les poissons comme source de nourriture. Thèse Doct. 3ème cycle Univ. Bretagne Occidentale, 141 p.
- Morales-Nin, B. (2000), Review of the growth regulation processes of otolith daily increment formation. *Fish. Resear.*, 46: 53-67.
- Munroe, T. A. (2000), An overview of the Biology, Ecology, and Fisheries of the Clupeoid Fishes occurring in the Gulf of Maine. *Northeast Fish. Sci. Cent.*, 2: 226 p.
- Nieland, H. (1982), The food of *Sardinella aurita* (Val.) and *Sardinella eba* (Val.) off the Coast Senegal. *Rapp. T-V. Rhn. Cons. Int. Explor. Mer.*, 280: 369-373.
- Nieland, H. (1980), Les stocks de petits pélagiques côtiers les sardinelles. In: Ghéno, Y., Fontana, A. 1981 (ed) Milieu marin et ressources halieutiques de la république populaire du Congo, A. Document, Paris, 138: 213-25.
- Ojaveer, H., Lankov, A., Eero, M., Kotta, J., Kotta, I. & Lum- berg, A. (1999), Changes in the ecosystem of the Gulf of Riga from the 1970s to the 1990s. *J. Mar. Sci.*, 56: 33-40.
- Palomera, I., Olivar, M. P., Salat, J., Sabatés, A., Coll, M., García, A. & Morales-Nin, B. (2007), Small pelagic fish in the NW Mediterranean Sea: an ecological review. *Prog. Oceanogr.*, 73: 377-396.
- Panfili, J. & Loubens, G. (1992), Starting age study of fishes. Example for *Prochilodus nigricans* (Prochilodidae, Characiformes). *Colloq. Semin. Inst. Fr. Rech. Sci. Dev. Coop.*, p. 335-340.
- Pascual-Alayón, P., Sancho, A., Hernández, E., Santamaría, M.T.G., Duque, V., Balguerías, E., Bravo de Laguna, L., López, C. & Presas, C. (2008b), Reproductive aspects of sardine (*Sardina pilchardus* Walbaum, 1792), round sardinella (*Sardinella aurita* Valenciennes, 1847), flat sardinella (*Sardinella maderensis* Lowe, 1838) and mackerel (*Scomber colias* Gmelin, 1789) in Mauritanian waters, Northwest Africa, 2 p.
- Pauly, D., Christensen, V. & Walters, C. (2000), Ecopath, Ecosim, and Ecospace as tools for evaluating Ecosystem impact of the fisheries. *J. Mar. Sci.*, 57: 697-706.
- Pauly, D. & Munro, J. L. (1984), Once more on the comparison of growth in fish and invertebrates. *Fishbyte*, 2: 1-21.
- Perry, R. (2003), A guide to the Marine Plankton of South California, 3rd Edition, 23 p.
- Pinkas, L. (1971), Food habits of Albavore, Bluefin tuna and Bonito in California waters. *Fish Bull.*, 152: 1-105.
- Pham-Thuoc, & Szypula, J. (1973), Biological characteristics of Gilt sardine *Sardinella aurita* cuv et val. 1847, from northwest african coast. *Act. Ichth. Pisc*, 3: 19-37.
- Polis, G. A. (1981), The evolution and dynamics of intraspecific predation. *An. Rev. Ecol. Syst.*, 12: 225-251.
- Post, D., Conners, M. & Goldberg, D. (2000), Prey preference by a top predator and stability of linked food chains. *Ecol.*, 81: 8-14.

- 
- Probatov, A. N. & Pupyshev, V. A. (1969), Fishing regions off the West Coast of Africa. *The Atlant. Instit. Sci. Resear. Fish. Oceanogr.*, 22: 221-234.
- Reiner, F. (1996), Catálogo dos peixes do arquipélago de Cabo Verde. *Publ. Avuls. Inst. Port. Invest. Mar.*, 2: 339 p.
- Ricker, E. W. (1973), Linear regressions in fishery research. *J. Fish. Resear. Board Can.*, 30: 409-434.
- Ruby, C. R. P. A. (2007), Influência da adinâmica sazonal da Frente-Angola-Benguela sobre a comunidade Zooplanctônica ao longo da Costa angolana. Tese de Mestrado. Universidade Agostinho Neto, Angola, 89 p.
- Salem, M., El\_Aiatt, A. A. & Ameran, M. (2010), Age, growth, mortality and exploitation rates of Round Sardinella, *Sardinella aurita* from the East Mediterranean Sea (North Sinai Coast). *J. Fish. Hydro.*, 5: 32-38.
- Samba, O. (2011), Nouvelle évaluation des caractéristiques biologiques de *Sardinella aurita* (Valenciennes, 1847) et *Sardinella maderensis* (Lowe, 1841). Mémoire de DEA, IUPA/UCAD, 45 p.
- Samb, B. (1990), News from Sénégal. *Fishbyte*, 8: 1-32.
- Samb, B. (1988), Seasonal growth, mortality and recruitment patterns of *Sardinella maderensis* off Senegal. *FAD Fish. Rep.*, 389: 257-271.
- Santos, A. M. P., Chicharo, M. A., Dos Santos, A., Moita, T., Oliveira, P. B., Peliz, Á. & Ré, P. (2007), Physical-biological interactions in the life history of small pelagic fish in the Western Iberia Upwelling Ecosystem. *Progr. Oceanogr.*, 74: 192-209.
- Schoener, T. W. (1970), Nonsynchronous Spatial Overlap of Lizards in Patchy Habitats. *Ecol.*, 51:408-418.
- Secor, D. H., Dean, J. M. & Laban, E. H. (1991), Manual for otolith removal and preparation for microstructural examination. *Inst. Mar. Biol. Coast. Resear.*, p. 7-10.
- Silva, G. C., Castro, A. C. L. & Gubiani, E. A. (2005), Estrutura populacional e indicadores reprodutivos de *Scomberomorus brasiliensis* Collette (Perciformes: Scombridae) no litoral ocidental maranhense. *Acta Sci. Biol. Sci.*, 27: 383-389.
- Soares, F., Freitas, R., Soares, J., Leitão, F. & Cristo, M. (2012), Feeding ecology and morphometric relationships of white seabreams, *Diplodus sargus lineatus* (Sparidae) endemic species of Cape Verde, *Cybium*, 36: 461-472.
- Soliman, A. (1970), Length-weight relationship and coeficiente of conditions for *Sardinella maderensis* Lowe and *Sardinella aurita* Cuv. Val. from the Mediterranean Sea at Alexandria . *Bull. Inst. Oceanogr. Fish*, 1: 27-45.
- Spiegel, M. R. (1985), Estatística. Schaum Macgraw-Hill, São Paulo, Brasil, 454 p.
- Stergiou, K. I. & Karpouzi, V. S. (2002), Feeding Habits and Trophic Levels of Mediterranean Fish. *Rev. Fish Biol. Fish.*, 11: 217-254.
- Todd, C. D., Laverack, M. S. & Boxshall, G. A. (1996), Coastal Marine Zooplankton. A practical Manual for students, 2nd Edition, 106 p.

- 
- Tsikliras, A. C. & Koutrakis, E. T. (2005b), Age and growth of round sardinella (*Sardinella aurita*) in the northeastern Mediterranean, 69: 231-240.
- Tsikliras, A. C., Torre, M. & Stergiou, K. I. (2005), Feeding habits and trophic level of round sardinella (*Sardinella aurita*) in the northeastern Mediterranean (Aegean Sea, Greece). *J. Biol. Resear.*, 3: 67-75.
- Valdés, S. E. (1991), Cannibalism and intraguild predation in clupeoids. *Mar. Ecol. Prog. Ser.*, 79: 17-26.
- van der Lingen, C. D. & Durholtz, M. D. (2001), Review of variability in biomass, growth, and other characteristics of anchovy *Engraulis encrasicolus* and Sardine *Sardinops sagax* in the Benguela current upwelling ecosystem, 14 p.
- van der Lingen C. D. (2002), Diet of sardine *Sardinops sagax* in the southern Benguela upwelling ecosystem. *S. Afr. J. Mar. Sci.*, 24: 301-316.
- von Bertalanffy, L. (1938), A quantitative theory of organic growth (Inquires on growth laws. II). *Hum. Biol.*, 10: 181-213.
- Whitehead, P. J. P. (1985), FAO Species Catalogue. Clupeoid fishes of the world (suborder Clupeoidei). An annotated and illustrated catalogue of the herrings, sardines, pilchards, sprats, shads, anchovies and wolf-herrings. *FAO Fish. Synop.*, 7: 1-303.
- Winemiller, O. K. (1989), Ontogenetic diet shifts and resource partitioning among piscivorous fishes in the venezuelan Lianos. *Environ. Biol. Fishes*, 26: 177-199.
- Wootton, R. J. (1990), Ecology of teleost fishes. Fish and Fisheries Series 1, Chapman and Hall, 386 p.
- Wootton, R. J. (1998), Ecology of teleost fishes. Kluwer Academic Publishers. Fish and Fisheries Series 24: 386 p.
- Zacharia, P. U. & Abdurahiman, K. P. (2004), Method of stomach content analysis of fishes. *Centr. Mar. Fish. Resear. Inst.*, p. 148-158.
- Zar, J. H. (1996), Biostatistical analysis. Prentice-Hall International, 3rd edition, London, 662 p.
- Zar, J. H. (2010), Biostatistical Analysis, 5th edition, Prentice-Hall, upper Saddle River, NJ, 226 p.
- Zaret, T. M. (1980), Life history and growth relationships of *Cichla ocellaris*, a predatory South American cichlid. *Biotropica*, 12: 144-157.
- Zavala-Camin, L. A. (1996), Introdução aos estudos sobre alimentação natural em peixes. EDUEM, Maringá, 129 p.

**Páginas consultadas**

<http://www.fao.org/fishery/species/2089/en>

<http://www.fao.org/fishery/species/2088/en>.

[www.aquamaps.org](http://www.aquamaps.org)

<http://dx.doi.org/10.2307/1935376>

---

## **7. ANEXOS**

**Anexo 1. Grupos de zooplâncton encontrados nos estômagos de *Sardinella aurita* e *Sardinella maderensis* da costa sul de Angola.**

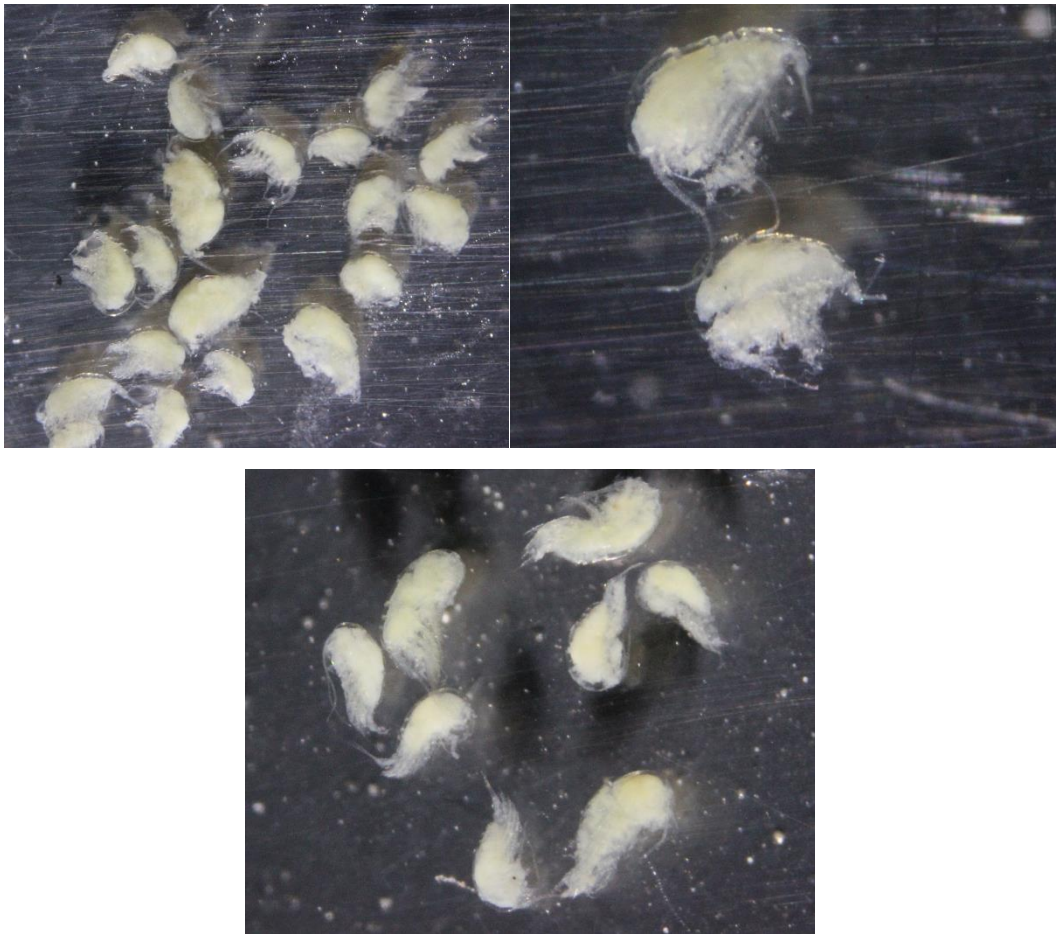


Figura 7.1. Copépodes Calanoida

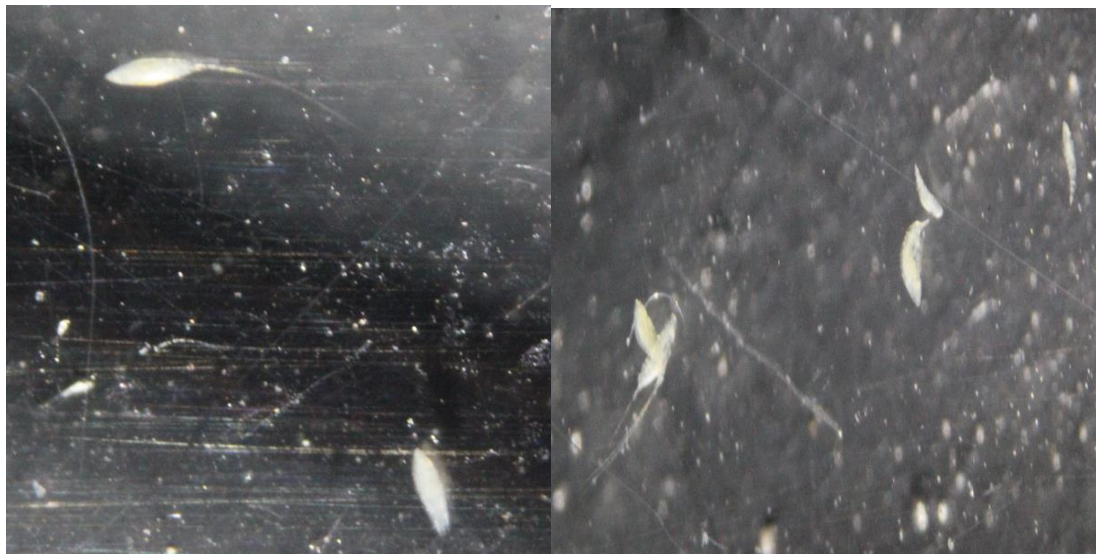


Figura 7.2. Copépodes Harpacticoida

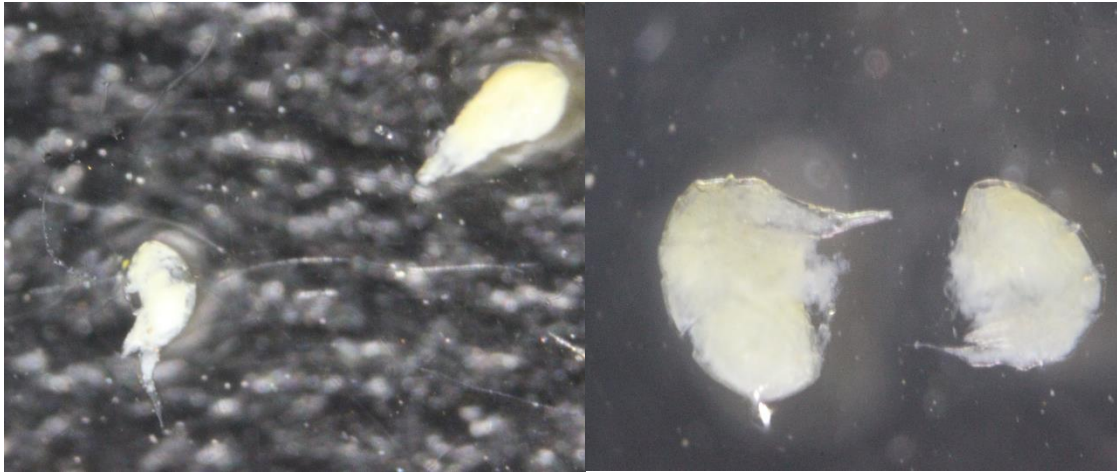


Figura 7.3. Copépodes Poecilostomatoida

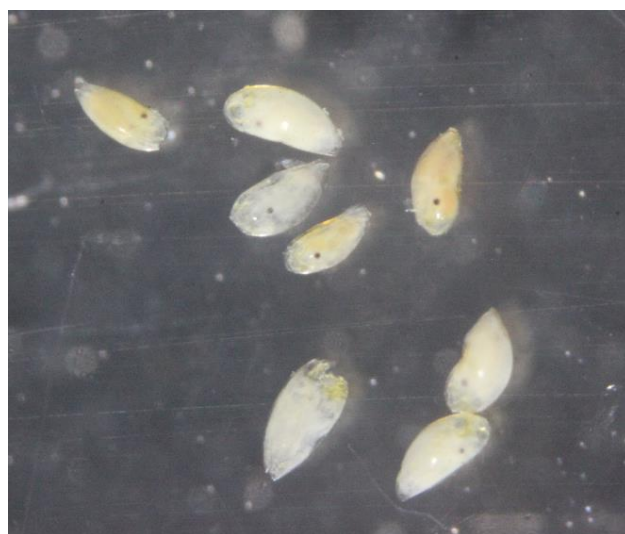


Figura 7. 4. Larvas de Cirrípedes

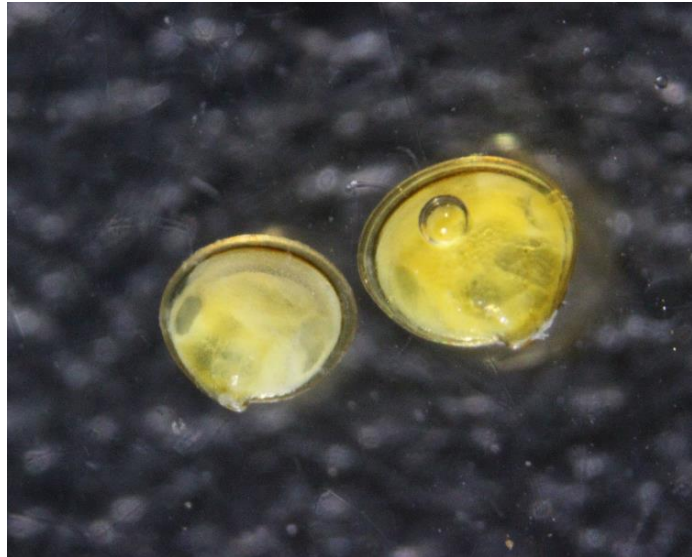


Figura 7. 5. Larvas de Bivalve

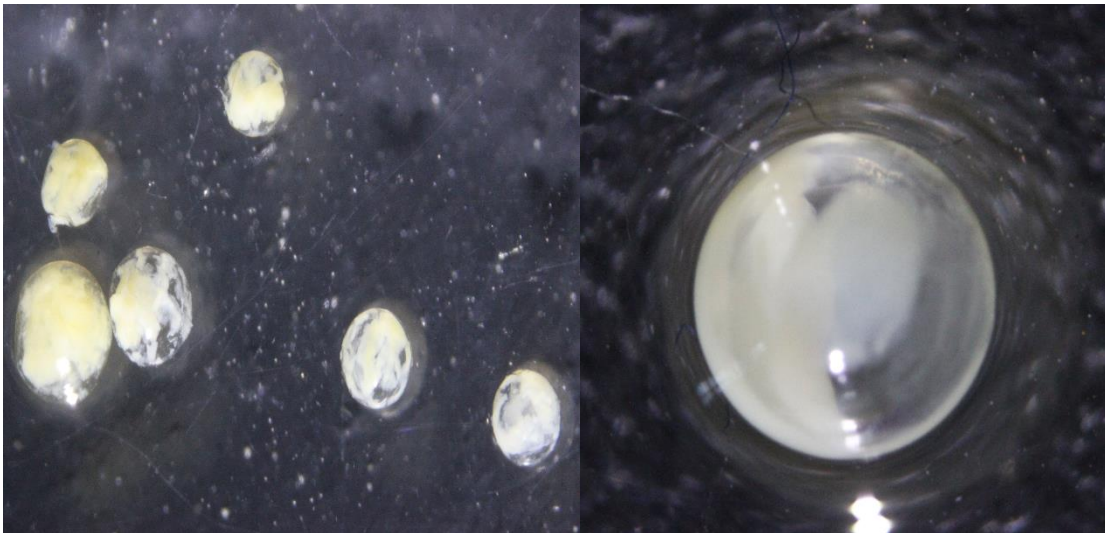


Figura 7. 6. Ovos de Clupeídeos

**Anexo 2. Grupos de fitoplâncton encontrados nos estômagos de *Sardinella aurita* e *Sardinella maderensis* da costa sul de Angola.**

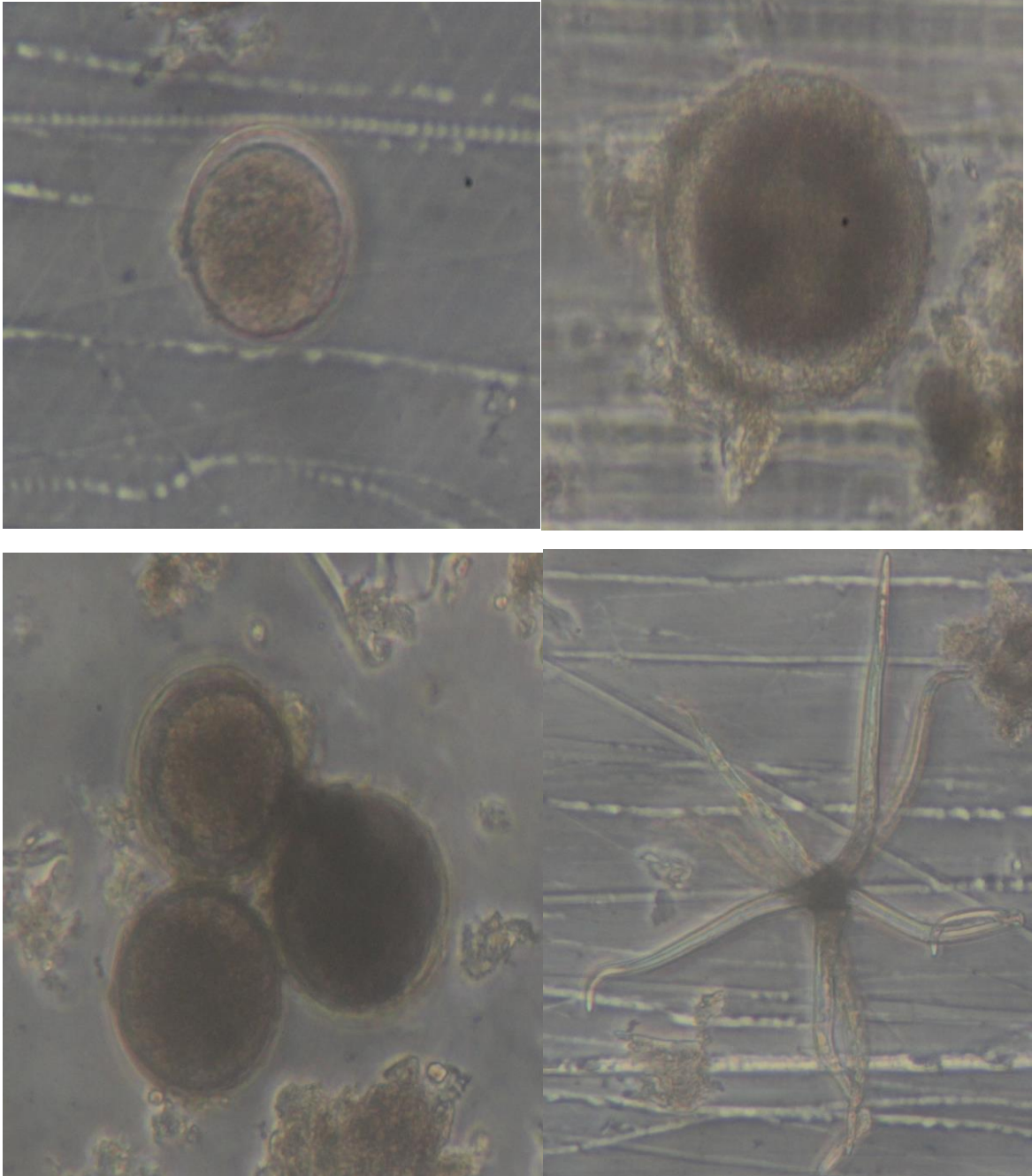


Figura 7.7. Diatomáceas.

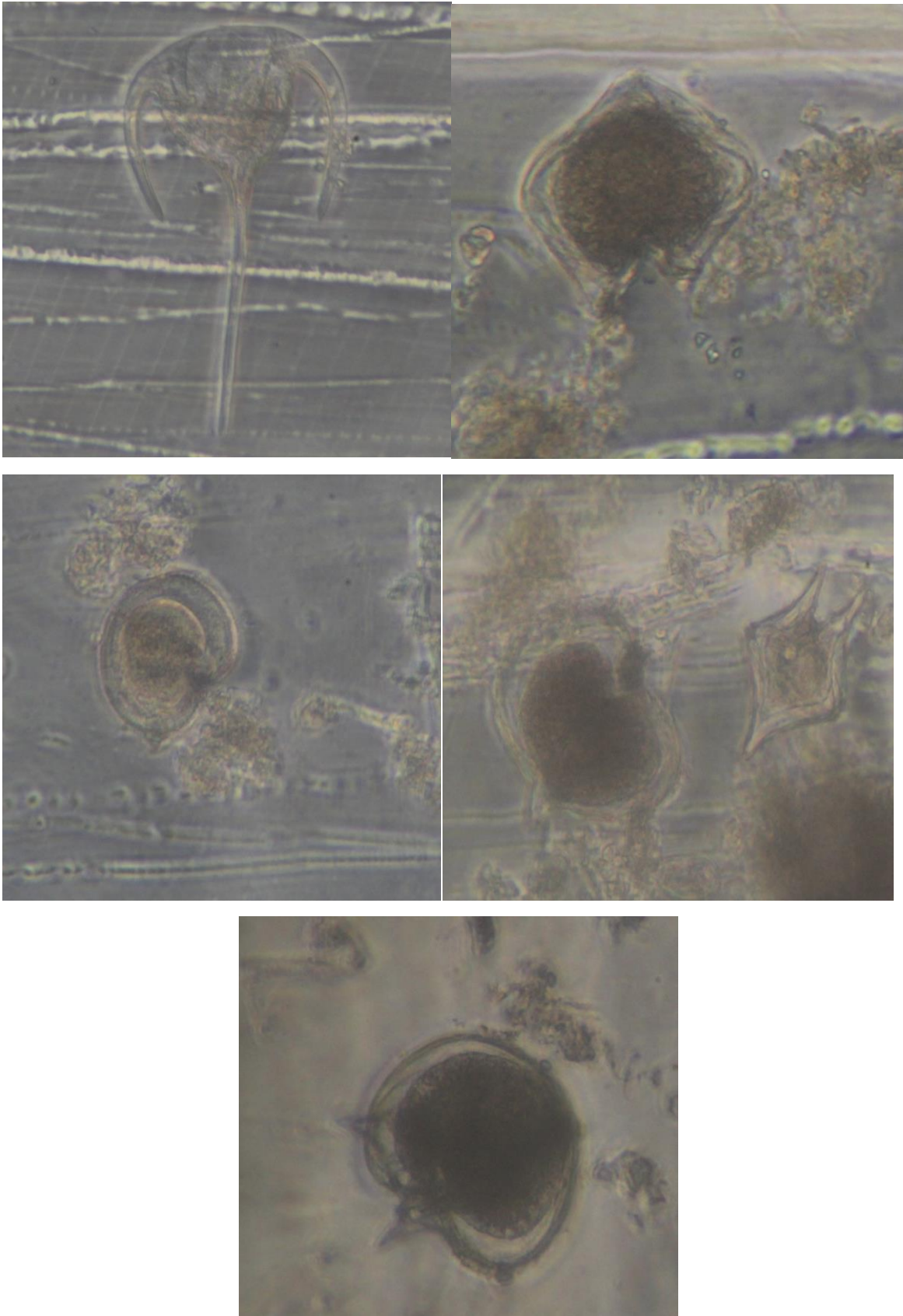


Figura 7.8. Dinoflagelados.

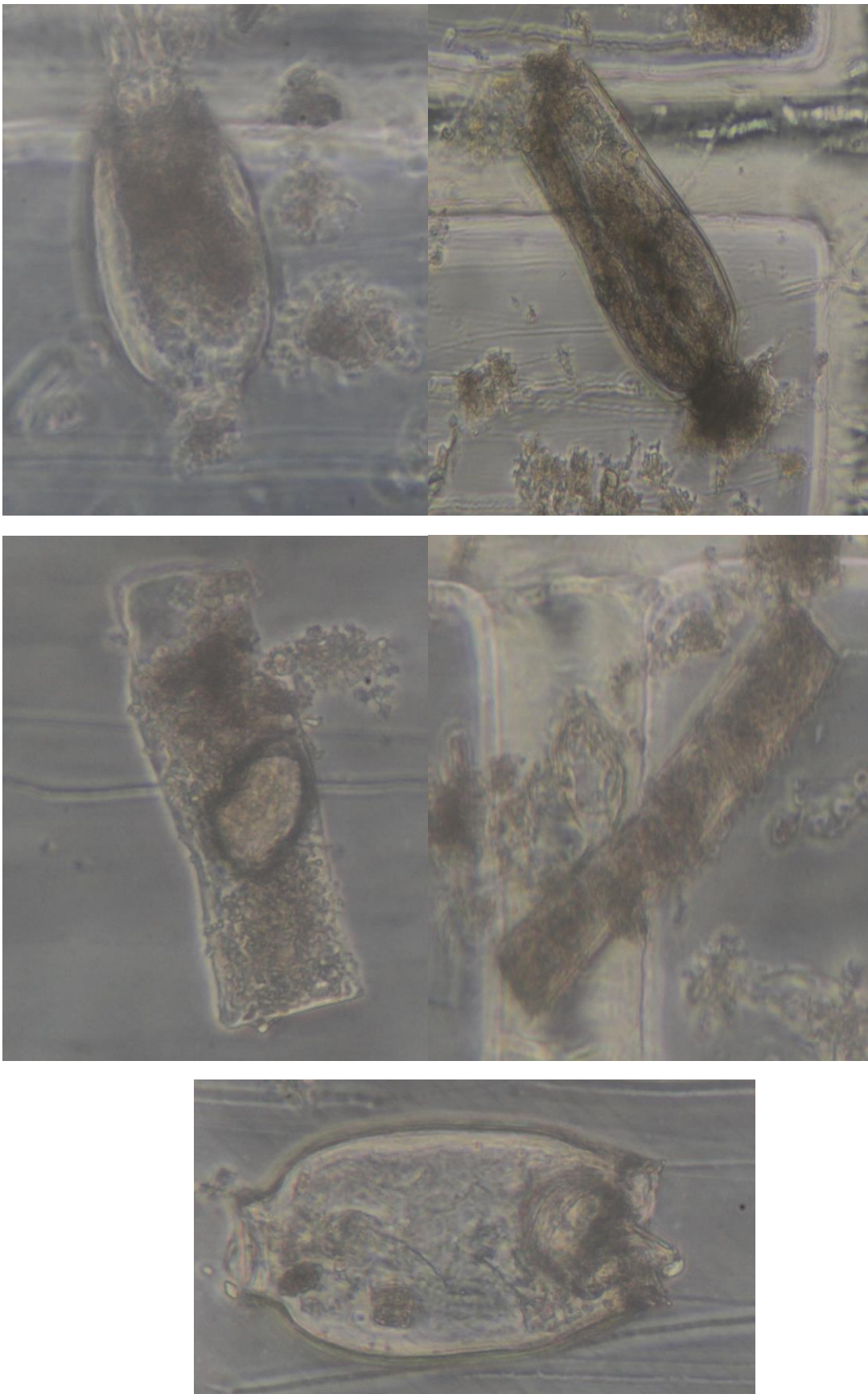


Figura 7.9. Protistas fagotróficos.

### Anexo 3. Informações adicionais obtidas no local de amostragem

Tabela 7.1. Informações de captura das sardinelas ao longo do período em estudo.

Embarque	Desembarque	Hora Captura	Distância da costa	Local de Captura	Arte	Profundidade	T°	Espécie
17h	7h	00:00	2.5 MN*	Mucuio	Cerco	50 Braças	22°C	<i>Sardinella maderensis</i>
17h	7h	00:00	4 MN	Fora do farol	Cerco	120 Braças	22°C	<i>Sardinella maderensis</i>
19h	6h	00:00	4MN	Flamingo	Cerco	58 Braças	24°C	Ambas
17h	00:00	00:00	5MN	Altio	Cerco	60 Braças	25°C	Ambas
17h	8h	23h	1MN	Giraul	Cerco	12 Braças	23°C	Ambas
18h	8h	22h	2.5MN	Giraul	Cerco	26 Braças	23°C	<i>Sardinella maderensis</i>
17h	3 h	22h	3MN	Fora dos 3 irmãos	Cerco	45 Braças	23°C	Ambas
17h	8h	23h	2MN	Bentiaba	Cerco	42 Braças	23°C	Ambas
19h	7h	00:00	3MN	Baía das Pipas	Cerco	65 Braças	24°C	<i>Sardinella maderensis</i>
19h	6h	03:30	1MN	Giraul	Cerco	38 Braças	24°C	Ambas
18h	06:30	22h	3MN	Flamingo- fora do farol	Cerco	65 Braças	24°C	Ambas
18h	6h	21h	3MN	Rocha Magalhães	Cerco	36 Braças	23°C	Ambas
18H	3h	21H	3MN	Rocha Magalhães	Cerco	36 Braças	23°C	<i>Sardinella aurita</i>
17h	6h	22h	3MN	Baia	Cerco	23 Braças	23°C	<i>Sardinella maderensis</i>
15h	8h	23h	1MN	Flamingo	Cerco	37 Braças	19.4°C	Ambas
14h	9h	21:30	1MN	Bentiaba	Cerco	43 Braças	22°C	Ambas
12h	7h	21:30	2MN	PontaGraça	Cerco	45 Braças	22°C	Ambas

**Anexo 4. Parâmetros de Crescimento de von Bertalanffy e índice de desempenho de crescimento de algumas regiões da Costa Ocidental Africana.**

*Sardinella aurita*

Região	Parâmetros de crescimento			$\phi'$	Método utilizado	Fonte
	$L_{\infty}$	K	t0			
Mauritânia	36.6	0.39	1.46	2.72	Otólitos	Pascoal-Alayón et al. (2008)
Senegal	31.45	1.79	0.55	3.6	Otólitos	Samba (2001)
Congo	26	0.1	-0.35		Escama	Ghéno & Fontana (1981)
Angola	36	0.38	0.51	2.69	Otólitos	Presente estudo
Angola	36.1	0.72	-0.53		LFA	Presente estudo

Tabela 7.1. Parâmetros de crescimento de von Bertalanffy e índice de desempenho de crescimento de *Sardinella aurita* de algumas regiões da Costa Ocidental Africana.

*Sardinella maderensis*

Região	Parâmetros de crescimento			$\phi'$	Método utilizado	Fonte
	$L_{\infty}$	K	t0			
Senegal	37.5	0.33	0	2.63	LFA	Samb (1981)
Senegal	31.5	1.09	0.37	3.03	Otólitos	Samba (2011)
Congo	24.93	0.082	0.28		Escama	Ghéno & Fontana (1981)
Angola	36	0.14	-10.67	2.27	Otólitos	Presente estudo
Angola	36.43	0.87	-0.79		LFA	Presente estudo

**Tabela 7.2.** Parâmetros de crescimento de von Bertalanffy e índice de desempenho de crescimento de *Sardinella maderensis* de algumas regiões da Costa Ocidental Africana.